Я 244/225

A 6/40

171

q 244/225

5295
~~333 4~~
321-2-49

НАУКА

О НЕБѢ И ЗЕМЛѢ

ОБЩЕДОСТУПНО ИЗЛОЖЕННАЯ

★ Е. И. ИГНАТЬЕВЪ ★

З. Берингер

5295

~~333-4-134~~
321-2-49

Е. И. Игнатьевъ.

Я $\frac{244}{225}$

Наука о Небѣ и Землѣ

ОБЩЕДОСТУПНО ИЗЛОЖЕННАЯ.

ОЧЕРКИ ПО АСТРОНОМIИ, ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФIИ И ГЕОЛОГIИ
СЪ 332 РИСУНКАМИ И ШЕСТЬЮ КАРТИНАМИ
ВЪ КРАСКАХЪ.

Воронежская Публичная Библиотека
имени Ленина

Библiотека Генеральнаго и Главнаго Штаба
1811 г.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ
ИЗДАНIЕ А. С. СУВОРИНА
1912

СТРАН.

О строеніи и природѣ вселенной 132

ГЛАВА ТРЕТЬЯ. Общее знакомство съ звѣзднымъ небомъ посредствомъ невооруженнаго глаза. — Дѣленіе неба въ древности. — О видимомъ суточномъ движеніи звѣздъ. — Величины и классы яркости звѣздъ. — Первоначальное знакомство съ нѣкоторыми созвѣздіями и звѣздами: Большая и Малая Медвѣдицы, Полярная Звѣзда, Кассіопея, Пегасъ, Андромеда, Персей съ Альголемъ, Арктуръ въ созвѣздіи Волопаса, созвѣздіе Оріона съ его главнѣйшими звѣздами, Сиріусъ, Альдебаранъ въ созвѣздіе Тельца и др. — Кругъ Звѣрей, или Зодіакъ. — Наклоненіе эклиптики къ экватору. — Равноденствія и Солнцестоянія. — Предвареніе равноденствій. — Перечисленіе созвѣздій. — Современное обозначеніе звѣздъ. — Самыя яркія звѣзды. — О числѣ звѣздъ. — О разстояніяхъ звѣздъ. — Свѣтовой годъ. — Годичный параллаксъ звѣзды. — Бессель. — Параллаксъ 61 Лебедя. — Общія соображенія о разстояніяхъ звѣздъ. — Свѣтоизлученія звѣздъ и сравненіе ихъ съ Солнцемъ. — Цвѣтныя, періодическія и двойныя звѣзды. — Звѣздныя скопленія и туманности. — Млечный путь. — Туманности Андромеды, Оріона и др. . . . . 132—177

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ. Область астрономическихъ изслѣдованій. — Мнѣніе О. Конта. — Ошибочность его. — Основанія спектральнаго анализа. — Спектръ сплошной и прерывный. — Фраунгоферовы линіи. — Спектръ поглощенія. — Смѣщеніе Фраунгоферовыхъ линій. — Спектроскопъ. — Спектрографъ. — Опыты Ньютона, Кирхгофа и Бунзена. — Невидимыя части спектра. — Изслѣдованіе природы звѣздъ. — Классификація звѣздъ. — Единство вещества во вселенной. — Міръ туманностей. — О движеніяхъ звѣздъ. — Нѣкоторыя понятія о свѣтѣ, какъ результатѣ колебанія волнъ эѳира. — Длина свѣтовой волны и число ея колебаній въ секунду. — Принципъ Допплера — Физо. — Лучевое, собственное и дѣйствительное движеніе свѣтилъ. — Примѣры скоростей движенія звѣздъ. — Объ общемъ движеніи звѣздъ. — Астрономія невидимаго. — Новыя звѣзды. — «Угольные мѣшки» и «щели». — Мнѣніе на этотъ счетъ Е. Е. Barnard'а . . . . 178—220

Солнце и его система 221

ГЛАВА ПЯТАЯ. Значеніе Солнца въ жизни Земли. — Предѣлы солнечной системы. — Открытіе Нептуна. — Видимые размѣры Солнца. — Разстояніе его отъ Земли. — Солнечный параллаксъ. — Истинные размѣры Солнца. — Объемъ, масса и плотность Солнца. — Температура Солнца и солнечная *постоянная*. — *Солнце, какъ источникъ тепла и энергіи*. — Общія понятія объ энергіи и работѣ. — Нѣкоторыя историческія справки. — Законъ сохраненія энергіи. — Предположенія объ источникахъ солнечной энергіи. — *Свѣтовыя и химическія воздѣйствія Солнца*. — Фотосфера, факелы, флоккулы и пятна. — Вращеніе Солнца около оси. — Атмосфера Солнца: обращающій слой, хромосфера, протуберанцы, корона. — Двѣ минуты 42 секунды. — *Солнечныя затменія*. — Солнечное ядро и общія замѣчанія о строеніи Солнца. — Періодичность солнечныхъ явленій . . 221—289

СТРАН.

ГЛАВА ШЕСТАЯ. Общія замѣчанія о солнечной планетной системѣ. — Большія планеты и астероиды. — Верхнія и нижнія планеты. — Свѣдѣнія, относящіяся ко всѣмъ планетамъ вообще: элонгація, соединеніе, противостояніе, видимые пути, прямое и обратное движеніе. — Меркурій. — О сидерическомъ и синодическомъ обращеніи планетъ. — Альбедо. — Венера. — Марсъ. — Астероиды. — Юпитеръ. — Сатурнъ. — Уранъ. — Нептунъ . . . . 290—349

Кометы и падающія звѣзды 350

ГЛАВА СЕДЬМАЯ. Воззрѣнія древнихъ и средневѣковыхъ писателей на кометы.—Фантазіи и правильные взгляды.—Ньютонъ по поводу кометы 1680 г. — Исторія кометы Галлея. — Клеро и другіе вычислители кометныхъ орбитъ. — О движеніи кометъ въ пространствѣ. — Строеніе кометъ. — Объ отталкивательной силѣ Солнца. Изслѣдованія А. Ѳ. Бредихина и его гипотеза. Типы кометныхъ хвостовъ (косъ). — Комета Морхауза.—Общіе выводы о природѣ отталкивательной силы Солнца. — Кометы: Лекселя, Энке, Біэлы, Фая, Брорсена, Виннеке, Темпеля, Хольмса, 1680 г., Шезо, 1811 г., 1843 г., Донати, 1861 г., Коджіа, 1881 г., 1882*d*, 1910*a*.—О столкновеніи кометы съ Землей.—Падающія звѣзды.— Метеорные потоки. — Болиды. — Аэролиты . . . . 350—418

Земля и Луна 419

ГЛАВА ВОСЬМАЯ. Мѣсто Земли въ мірозданіи. — Фигура Земли. — Опытное доказательство ея шарообразности. — Христофоръ Колумбъ и другіе мореплаватели. — Географическія координаты и черченіе географическихъ картъ. — Доказательство обращенія Земли около Солнца (Аберрація). — Доказательство суточнаго вращенія Земли (опытъ Фуко). — Колебанія земной оси. — Слѣдствія наклоненія земной оси къ эклиптикѣ. — Болѣе точное опредѣленіе размѣровъ и фигуры Земли. — Плотность и внутреннее состояніе Земли. — Образованіе земной поверхности (теоріи катастрофъ и эволюціонная теорія, горообразованіе). — Вулканы и сейсмическія явленія вообще. — Тектоническіе и денудаціонные процессы. — Возрастъ Земли. — Геологическое лѣтоисчисленіе. — Эры и эпохи. — Гаданія «о кончинѣ міра». . . . . 419—502

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ. Разстояніе Луны отъ Земли, ея видимые и истинные размѣры. — О наблюденіяхъ Луны. — Движеніе Луны около Земли. — Лунныя фазы. — Лунный мѣсяцъ. — Сизигіи. — Фазы Земли, наблюдаемыя съ Луны. — Пепельный свѣтъ. — Вращеніе около оси. — Либрація. — Загадочныя уклоненія въ движеніяхъ Луны. — Мнѣніе Ньюкома. — Лунная поверхность, наблюдаемая въ телескопъ: моря, кратеры, горныя цѣпи, борозды (Rillen), *свѣтовые лучи.* — *Объ атмосферѣ и водѣ на Лунѣ.* — Предположенія объ образованіи лунной поверхности (гипотезы Фая, Леви и Пюизо). — Приливы и отливы. Роль ихъ въ исторіи развитія системы Земли. — Луна по изысканіямъ Джона Дарвина. — Лунныя затменія. — Незаходящая Луна. . . . . 503—534

СТРАН.

Образованіе міровъ и матерія 535

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ. Отъ фантазій къ фактамъ. — Эволюція. — Небулярная или Канто-Лапласовская гипотеза и ея значеніе въ исторіи науки. — Возраженія противъ нея. — Гипотеза Фая. — Спиральная гипотеза Чемберлина и Мультона. — Гипотеза Си. — Древность вопроса о природѣ матеріи. — Мысль о единствѣ вещества. — Атомистическая гипотеза. — Электричество. — Новыя открытія. — Электронная гипотеза. — Заключеніе . 535—544

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВЪ.

Многокрасочные рисунки:

Старинное изображеніе системы міра Птоломея, 8.

Старинное изображеніе системы міра Коперника, 22.

Спектръ Солнца и спектры нѣсколькихъ иныхъ элементовъ, 178.
Кратеръ Килауэа на островѣ Гаваи, 480.
Объясненіе фазъ Луны, 506.
Полярныя сіянія, 580.

Однокрасочные рисунки и чертежи:

Поклоненіе Солнцу у древнихъ Инковъ въ Америкѣ, XI.
Аллегорическое изображеніе астрологіи. XVIII.
Символъ вселенной у древнихъ египтянъ, 1.
Архимедъ, 4.
Птоломей, какъ онъ чаще всего изображается, 7.
Предполагаемый портретъ Птоломея, 9.
Леонардо да Винчи, 15.
Коперникъ, 17.
Джордано Бруно, 24.
Галилей, 25.
Падающая башня въ Пизѣ, 26.
«Чудо и не чудо», 27.
Производство очковъ и торговля ими въ Голландіи, 35.
Отреченіе Галилея, 41.
Іоганъ Кеплеръ, 47.
Вычерчиванье эллипса, 48.
Эллипсъ, 48.
Парабола, 50.
Плоскія кривыя второго порядка, 50.
Коническія сѣченія, 51.
Первый законъ Кеплера, 53.
Второй законъ Кеплера, 54.
Гороскопъ Валленштейна, составленный Кеплеромъ въ 1608 г., 57.
Домикъ въ Вильсторпѣ, гдѣ родился Ньютонъ, 60.
Одинъ изъ портретовъ Ньютона въ молодости, 61.
Ньютонъ въ молодости, 61.
Исаакъ Ньютонъ, 62.
Антиподы, 63.
Поясненіе къ ученію о движеніи Луны вокругъ Земли, 70.
Небо и Земля по представленію древнихъ вавилонянъ, 75.
Наблюденіе неба въ XVII столѣтій, 76.
Система міра по представленіямъ въ началѣ XVIII столѣтія, 77.
Наиболѣе извѣстные круги и точки на видимой сферѣ небесной, 81.
Движенія звѣздъ вокругъ и вблизи сѣвернаго полюса, какъ они запечатлѣваются фотографической пластинкой, 82.
Китайская обсерваторія въ Пекинѣ, 85.
Разрѣзъ пирамиды Хеопса, проходящій черезъ входъ въ пирамиду и комнату, гдѣ лежала его мумія, 86.
Тихо Браге, 87.
Система міра Тихо Браге, 88.
Планъ Ураніенбурга и окружающей его мѣстности, 89.
«Шернбургъ». Подземная обсерваторія Тихо Браге на островѣ Хвенѣ, 90.
Тихо Браге въ своей обсерваторіи въ Ураніенбургѣ на островѣ Хвенѣ, 91.
Кеплерова или астрономическая зрительная труба, 92.
Обсерваторія Гевелія въ Данцигѣ, 93.
Сложный объективъ, 94.
Отражательный телескопъ (рефлекторъ) въ разрѣзѣ, 95.

В. Гершель, 97.
Звѣздная куча въ созвѣздіи Водолея, разложенная телескопомъ, 98.
Солнечная система въ сравненіи съ Большой туманностью Андромеды, 99.
Часть Млечнаго Пути въ созвѣздіи Лебедя, 101.
Мѣсто Небосвода (между α и β Лебедя). наблюдаемое простымъ глазомъ, 102.
То же мѣсто неба, что и на рисункѣ 52, при наблюденіи въ телескопъ, 103.
Большой зеркальный телескопъ (рефлекторъ) Парижской обсерваторіи, 104.
Спиральная туманность въ созвѣздіи Гончихъ Псовъ, 105.
Ракообразная туманность въ созвѣздіи Тельца, 105.
Зеркальный телескопъ («Левіафанъ») лорда Росса въ Парнсонстоунѣ близъ Дублина, 106.
Фраунгоферъ, 107.
Большой рефракторъ Юрьевской обсерваторіи работы Фраунгофера, 108.
Меридіанный кругъ (Пассажный инструментъ) обсерваторіи въ Страсбургѣ, 109.
Обсерваторія въ Пулковѣ, 111.
Большой рефракторъ Пулковской обсерваторіи, 113.
Окулярный конецъ 36-дюймоваго рефрактора обсерваторіи Лика, 117.
Большой 36-дюймовый рефракторъ обсерваторіи Лика (на горѣ Гамильтонъ въ Калифорніи), 117.
Жансенъ, 119.
Обладающая весьма быстрымъ собственнымъ движеніемъ звѣзда Арктуръ въ созвѣздіи Волопаса, 127.
Б. Медвѣдица, 129.
Наблюденіе неба въ началѣ XVIII столѣтія, 131.
Сѣверное звѣздное небо съ Большой и Малой Медвѣдицей, 132.
Звѣздное небо на экваторѣ. Въ серединѣ созвѣздіе Оріона, 133.
Созвѣздія сѣвернаго неба, 135.
Горизонтъ мѣста. Круги постоянной видимости и постоянной невидимости звѣздъ. Восходящія и заходящія звѣзды, 136.
Сравнительная величина звѣздъ первыхъ 6-ти величинъ, 137.
Большая Медвѣдица и Полярная Звѣзда, 139.
Большая Медвѣдица, Полярная Звѣзда и полюсъ, 139.
Большой четырехугольникъ Пегаса, 140.
Персей и его главнѣйшія звѣзды, включая Альголь, 141.
Созвѣздіе Оріона и Сиріусъ, самая яркая звѣзда неба въ созвѣздіи Большого Пса, 143.
Видимое движеніе Солнца по Зодіаку, 144.
Южное небо съ созвѣдіемъ Южнаго Креста, 149.
Бессель, 157.
Звѣздный параллаксъ, 157.
Вильгельмъ Струве, 165.
Часть Млечнаго Пути въ Орлѣ, 166.
Часть Млечнаго Пути у туманности Месье, 166.
Часть Млечнаго Пути въ созвѣздіи Змѣеносца, 167.
Часть Млечнаго Пути въ созвѣздіи Стрѣльца между туманностями Трифидъ и Омега, 167.
Часть Млечнаго Пути въ созвѣдіи Стрѣльца у хвоста Скорпіона, 168.
Часть Млечнаго Пути возлѣ Антареса, 169.
Схематическій чертежъ Млечнаго Пути, по Проктору, 169.
В. В. Стратоновъ, 170.
Большая туманность въ созвѣздіи Андромеды, 171.
Большая туманность въ созвѣздіи Гончихъ Псовъ, 171.
Спиральная туманность въ созвѣздіи Треугольника, 172.
Большая туманность въ созвѣздіи Оріона, 172.
Рисунокъ туманности Оріона, сдѣланный Ле-Жантилемъ въ 1758 г., 174.
Спиральная туманность, окружающая туманность Оріона, 174.
Различныя формы туманностей, 175.
Созвѣздія Персея и Андромеды, 177.
Плеяды, или Стожары, 178.
Іосифъ Фраунгоферъ показываетъ въ Мюнхенѣ свой спектрометръ, 181.
Кирхгофъ, 182.
Бунзенъ Р. В., 182.
Роуландъ, 183.
Ходъ лучей въ сложномъ спектроскопѣ, 185.
Опытъ Ньютона, 186.
Опытъ Ньютона, 187.
Спектроскопъ Кирхгофа, съ которымъ онъ производилъ свои опыты, 189.
Часть линій солнечнаго спектра, совпадающихъ съ линіями спектра желѣза, 191.
Секки, 195.
Кольцевая туманность въ созвѣздіи Лиры, 198.
Э. Пикерингъ, 199.
Длина волны, 201.
Собственное, лучевое и дѣйствительное движеніе свѣтилъ, 203.
Типы планетарныхъ туманностей, 205.

Схематическое изображеніе звѣздной пары, 206.

Положеніе въ созвѣздіи Касіопеи новой звѣзды Тихо 1572 г., 209.

Мѣсто новой звѣзды 1885 г. въ туманности Андромеды, 208.

Мѣсто новой звѣзды въ созвѣздіи Возничаго, 209.

Туманность вокругъ Новой въ Персеѣ по снимкамъ 8 и 11 декабря 1901 г. въ обсерваторіи Лика, 210.

Туманность вокругъ новой въ Персеѣ по снимкамъ 31 января и 2 февраля 1902 г., 211.

Туманность въ созвѣздіи Персея по фотографіи М. Вольфа въ Гейдельбергѣ 15 октября 1904 г., 212.

Схематическое изображеніе послѣдствія столкновенія двухъ угасшихъ свѣтилъ *A* и *B*, которыя движутся относительно другъ друга по направленію прямыхъ стрѣлокъ, 212.

Пустоты неба въ созвѣздіи Тельца, 213.

Туманность въ созвѣздіи Змѣеносца возлѣ звѣзды (*р*), 215.

Фотографическая кассета при 40-дюймовомъ рефракторѣ оъ Іеркской обсерваторіи въ Чикаго.

Жертвоприношеніе Солнцу у древнихъ инковъ въ Америкѣ, 221.

Леверье, 223.

Адамсъ, 225.

Солнечный параллаксъ, 226.

Сравнительная величина Солнца и Земли, 227.

Понятія о размѣрахъ Солнца, 228.

Сравнительная величина Солнца, орбиты Луны и планетъ его системы, 229.

Фарадей, 240.

Ю. Р. Майеръ, 241.

Джоуль, 242.

Гельмгольцъ, 243.

Сравнительная величина Сиріуса и нашего Солнца, 250.

Солнечная грануляція и группа пятенъ по фотографіямъ Жансена 1881 г. въ Медонской обсерваторіи близъ Парижа, 251.

Солнечная фотосфера 25 іюня 1905 г. по фотографическому снимку А. П. Ганскаго, 253.

Солнечное пятно 25 *іюня 1905* г. по снимку А. П. *Ганскаго*, 254.

Солнечное пятно *по рисунку Лангдея* 23 — 25 декабря 1873 г., 255.

Распредѣленіе солнечныхъ пятенъ по широтѣ, 255.

Жизнь солнечнаго пятна въ теченіе 4-хъ дней. I. Солнечное пятно по снимку А. П. Ганскаго 29 іюля 1906 г. въ 4 часа 3 м. дня, 256.

Жизнь солнечнаго пятна въ теченіе 4-хъ дней, II. То *же* пятно 30 *іюля* 1906 г. по снимку Ганскаго въ 8 ч. утра, 256.

Жизнь солнечнаго пятна въ теченіе 4-хъ дней. III. Снимокъ А. П. Ганскаго того *же* пятна 31 іюля 1906 г. въ 9 ч. 11 м. утра, 257.

Жизнь солнечнаго пятна въ теченіе 4-хъ дней. IV. Снимокъ А. П. Ганскаго того *же* пятна 7 августа 1906 г. въ 7 ч. 11 м. утра, 257.

Большое пятно 1905 г. По снимку 3 февраля, рис. Moreux, 358.

Площадь того же пятна 3 февраля 1905 года, что на рис. 162, по сравненію со всѣмъ солнечнымъ дискомъ, 259.

Солнечный дискъ съ факелами и хромосферой, 261.

Водородные протуберанцы, 263.

Различные типы металлическихъ протуберанцевъ по рисункамъ многихъ наблюдателей, 265.

Локіеръ, 266.

Солнце съ пятнами, факелами и протуберанцами по рисунку Секки въ его сочиненіи «Солнце», 266.

Солнечная корона въ затменіе 30 августа 1905 г. по снимку Ганскаго, 262.

Корона Солнца въ затменіи 28 мая 1910 г. по фотографіи обсерваторіи Іеркса, 268.

Солнечная корона во время затменія 9 августа 1896 года по фотографіи Ѳ. И. Блюмбаха, 269.

Фотографическій рефракторъ Ташкентской обсерваторіи, 273.

Большой рефракторъ обсерваторіи въ Потсдамѣ, 277.

Общее поясненіе затменій, 281.

А. П. Ганскій, 285.

Подробности строенія солнечной короны надъ протуберанцами во время затменія 30 августа 1905 г. по наблюденіямъ А. П. Ганскаго, 286.

Таблица А. П. Ганскаго, показывающая измѣненія солнечной короны сообразно съ 11-лѣтнимъ періодомъ дѣятельности Солнца, 287.

Солнечный протуберанцъ по фотографіи Холля въ Чикаго 3-го іюня 1894 г., 289.

Сравнительныя величины главныхъ планетъ солнечной системы, 290.

Противостояніе, 294.

Примѣрная форма *пути планеты на видимой сферѣ небесной около эклиптики*, 297.

Движеніе Марса въ періодъ 2-го іюня— 7 октября 1892 года, 297.

Уясненіе видимаго движенія Венеры по небосводу, 298.
Уясненіе видимаго движенія Марса, 299.
Рис. 175, 302.
Меркурій, 305.
Сравнительная величина Солнца, какъ оно представляется съ различныхъ планетъ нашей солнечной системы, 307.
Фазы Меркурія, 310.
Фазы Меркурія и относительная величина его диска при наибольшемъ и наименьшемъ его удаленіи отъ Земли, 311.
Относительная величина главныхъ фазъ Венеры, 313.
Венера по снимку 1 февраля 1881 г., 316.
Венера по наблюденіямъ 12 января 1883 года, 316.
Виды Венеры во время нижняго соединенія 20 и 24 ноября 1890 г., 316.
Стѣтлое кольцо вокругъ Венеры при ея вступленіи на дискъ Солнца, 316.
Рисунки Венеры, сдѣланные на обсерваторіи «Жювизи», въ 1897 году, 317.
Марсъ по наблюденіямъ Кениссе 29 мая 1892 г., 319.
Марсъ по наблюденіямъ Скіапарелли, 319.
Относительное расположеніе орбиты Марса и Земли, 320.
Относительные размѣры диска Марса въ зависимости отъ его разстоянія отъ Земли, 320.
Скіапарелли, 321.
Карта восточнаго и западнаго полушарія Марса по наблюденіямъ Скіапарелли 1877—1888 г.г., 322.
Южная полярная область Марса по наблюденіямъ Грина 1 сентября 1877 года, 323.
Южная полярная область Марса по наблюденіямъ Грина 8 сентября 1877 года, 323.
Syrtis major по Гюйгенсу, 1659 г., 326.
Syrtis major по В. Гершелю, 1877 г., 325.
Syrtis major по Шретеру, 1798 г., 326.
Syrtis major по Медлеру, 1830 г., 326.
Syrtis major по Даусу, 1864 г., 326.
Syrtis major по Грину, 1877 г., 326.
Syrtis major по Скіапарелли, 1879 г., 326.
Syrtis major по Ловеллю. 1894 г., 326.
Марсъ въ снимкахъ обсерваторіи Ловелля, 327.
Карта планеты Марса въ проэкціи Меркатора по наблюденіямъ астронома Бреннера, 328.
Озеро Солнца на Марсѣ по рисункамъ Кэмпбелля и Гессея, 329.
Марсъ и его два спутника Деймосъ и Фобосъ, 331.
Холль, 331.
Гауссъ, 332.
Карлъ Фридрихъ Гауссъ въ своей обсерваторіи, 333.
Открытіе Виттомъ съ помощью фотографіи новой малой планеты, Эроса, 336.
Орбиты Земли, Марса и Эроса, 337.
Юпитеръ по наблюденіямъ Жозе Сола въ Барселонѣ 1904 г., 338.
Первый рисунокъ Сатурна, сдѣланный Галилеемъ въ 1610 году, 344.
Изображеніе Сатурна въ различныхъ старинныхъ сочиненіяхъ, 344.
Различныя фазы кольца Сатурна, какъ онѣ представляются съ Земли при обращеніи Сатурна и Земли около Солнца, 345.
Воображаемый поперечный разрѣзъ кольца Сатурна согласно новѣйшимъ наблюденіямъ, 347.
Памятникъ Леверье во дворѣ Парижской обсерваторіи, 349.
Изображеніе кометы въ 1664 г. 350.
Древнѣйшее изображеніе кометы Галлея (1066) на сохранившемся до нашихъ дней коврѣ, вышитомъ по преданію женой Вильгельма Завоевателя Матильдой, 352.
Комета 1528 года по тогдашнему фантастическому представленію, 353.
Изображеніе кометы въ средніе вѣка, 357.
Эдмундъ Галлей, 361.
Комета Галлея въ 1883 г., какъ она зарисована Ф. Араго, 371.
Семья Юпитеровыхъ кометъ солнечной системы, 373.
Бруксъ, 375.
Левисъ Свифтъ, 375.
Фотографія кометы 1905 г., 377.
Распадъ кометы 1889 г. по рисунку Брукса, 377.
Ѳ. А. Бредихинъ, 381.
Схематическое изображеніе явленія образованія кометнаго хвоста, 382.
Формы головъ различныхъ кометъ по рисункамъ отъ 30-хъ до 80-хъ годовъ прошлаго столѣтія, 383.
Виды кометныхъ хвостовъ по Бредихину, 385.
Фотографическій снимокъ кометы Морхауза, сдѣланный М. Вольфомъ въ Гейдельбергѣ 16 ноября 1908 г., 387.
Комета Морхауза по снимку Костинскаго въ Пулковѣ, 389.
П. Н. Лебедевъ, 391.
Энке, 393.
Орбита кометы Энке, 394.
Раздѣлившаяся комета Біэлы въ 1846 г., 395.

О. А. Баклундъ, 395.
Подымающійся надъ горизонтомъ хвостъ кометы Шезо 1744 г., по рисунку самого Шезо, 399.
Комета 1843 г., по рисунку Кранца, 401.
Комета Донати 1858 года, по рисунку д-ра К. Граффа, 403.
Большая комета 1889 г., по фотографіи, полученной на мысѣ Доброй Надежды, 405.
Комета 1910-а, 407.
С. П. Глазенапъ, 409.
Гумбольдтъ и Бопланъ, наблюдающіе звѣздный дождь въ Южной Америкѣ въ 1799 году, 411.
Земля, пересѣкающая путь потока метеоровъ, 413.
Радіантъ, 413.
Ландшафтъ съ большой кометой на небѣ, 418.
Земля и Луна въ пространствѣ, 419.
Шекльтонъ до и послѣ путешествія, 422.
Фритьофъ Нансенъ послѣ его возвращенія изъ полярнаго путешествія (въ 1896 г.), 424.
Христофоръ Колумбъ, 424.
Колумбъ терпитъ неудачу въ Саламанкѣ передъ духовнымъ совѣтомъ, 425.
Колумбъ отправляется изъ гавани Палосъ 3-го августа 1492 г., 427.
Надгробная плита надъ могилой Колумба въ каѳедральномъ соборѣ въ Гаваннѣ. 428.
Магелланъ, 428.
Васко де Гамма, 429.
Равенство высоты полюса надъ горизонтомъ и географической широты, 430.
Карта Россіи въ 16 вѣкѣ Герберштейна 432.
Стенографическая проэкція поверхности шара, 433.
Коническая проэкція, 433.
Гергардъ Кремеръ, 434.
Земная поверхность въ проэкціи Меркатора, 435.
Параллактическія измѣненія въ положеніи звѣздъ въ зависимости отъ годового обращенія Земли около Солнца, 436.
Джемсъ Брадлей, 437.
Выясненіе понятія объ аберраціи, 438.
Приборъ, дающій понятіе объ основахъ опытовъ Фуко, 440.
Маятникъ надъ полюсомъ и надъ экваторомъ Земли, 440.
Колебаніе маятника въ среднихъ широтахъ Земли, 441.
Видимое отступленіе плоскости колебаній маятника отъ плоскости меридіана, 442.
Опытъ Фуко въ зданіи Пантеона въ Парижа, 1851 г., 443.
Опытъ Фуко. Подставка, на которой маятникъ вычерчивалъ линіи, 444.
Колебанія сѣвернаго полюса земной оси, 445.
Годовое обращеніе Земли вокругъ Солнца, 447.
Поперечный разрѣзъ Земли, 451.
А. Гумбольдтъ, 455.
Схематическій чертежъ, поясняющій одну изъ теорій горообразованія, 469.
Плиній записываетъ изверженія Везувія въ 79 году послѣ Р. Х., 471.
Вулканъ Кракатоа до катастрофы 1883 г., 473.
Кракатоа послѣ катастрофы 1883 г., 473.
Изверженіе Везувія въ 1822 г., 475.
Снимокъ съ рисунка нѣмецкой газеты 1755 года, описывающей Лисабонское землетрясеніе, 480.
И. В. Мушкетовъ, 481.
Льды на островѣ Гренландіи, дающіе представленіе о ледниковомъ періодѣ на Землѣ, 487.
Таблица Креднера, 493.
Доисторическія животныя. Нападеніе большого ящера на Бронтозавра, 495.
Карта распространенія льда въ Европѣ во время ледниковаго періода, 497.
Охота на мамонта въ доисторической Россіи, 499.
Земля, поддерживаемая слонами на черепахѣ, 502.
Видъ лунной поверхности, 503.
Солнце, Земля и Луна, 505.
Волнообразная орбита Луны въ пространствѣ, 505.
Луна въ 1-й четверти, по фотографіи Леви и Пюизо 6 марта 1895 г., 507.
Объясненіе звѣзднаго и синодическаго обращенія Луны, 509.
Вращеніе Луны около своей оси, 510.
Лагранжъ, 512.
Ньюкомъ, 513.
Mare crisium на Лунѣ, 515.
Схематическое изображеніе луннаго «кратера» или «цирка», 516.
Лунный циркъ «Платонъ», 516.
Часть лунной поверхности въ области горной цѣпи лунныхъ Апеннинъ, 517.
Горная цѣпь Апеннинъ на Лунѣ, 519.
Схема образованія лунныхъ цирковъ, 523.
Земные приливы и отливы, 527.
Затменіе Солнца на Лунѣ, 534.
Образованіе планетной системы по гипотезѣ Лапласа, 535.
Кантъ, 538.

Лапласъ, 539.
Фай, 545.
Планетная туманность въ Андромедѣ, 545.
Д. И. Менделѣевъ, 551.
А. Вольта разъясняетъ первому консулу Наполеону Бонапарту принципъ своего знаменитаго «Столба», 555.
В. Круксъ, 559.
Круксова трубка, 560. Рисун. 322, 562.
Конрадъ Рентгенъ, 563.
Рентгеновская трубка, 564. Рис. 325, 564.
Дж. Томсонъ въ Кембриджской лабораторіи имени Кавендиша, 567.
Анри Беккерель, 569.
Снимокъ стеклянной трубочки, 570.
Супруги Кюри съ ассистентомъ въ своей лабораторіи, 570.
Отклоненіе α, β и γ-лучей радія, 571.
Снимокъ, сдѣланный лучами радія, 572.
Надпись, сдѣланная стеклянной трубочкой съ радіемъ на фотографической пластинкѣ, 573.
Рис. 333, 575.
С. Аррениусъ, 581.
Сѣверное сіяніе, принявшее форму змѣи, 582.

УКАЗАТЕЛЬ СОБСТВЕННЫХЪ ИМЕНЪ.

Адамсъ, 224, 366.
Альфонсъ VI, 352.
Альфонсъ X Кастильскій, 10.
Анаксимандръ, 431.
Антоніади, 344.
Аполлоній, 11.
Араго Ф., 371, 556.
Аристархъ Самосскій, 5, 7, 87, 225.
Аристотель, 5, 6, 12, 13, 25, 27, 29, 31, 32, 39, 40, 64, 355, 357, 358, 536, 548.
Аргеландеръ, 138, 152, 400.
Арреніусъ, 344, 392, 580, 581.
Архимедъ, 3, 5, 11, 26, 87.
Астенъ, 394.
Ауверсъ, 210.

Баліани, 28.
Баклундъ, 395.
Баптистъ Порта, 15.
Барберини Антоній, 42.
Барберини Франческо, 42.
Бартоли, 392.
Бедикеръ, 501.
Беeръ, 515.
Беккерель Анри, 569, 572.
Бельше Вильгельмъ, 454.
Беллярмини, 43.
Бенвенуто Челини, 25.
Бентивольо Гвидо, 42.
Бернулли, 358, 359
Берцеліусъ, 549.
Бессель Фридрихъ Вильгельмъ, 108, 132, 156, 157, 158, 160, 163, 204, 366, 384, 385, 390, 391, 402, 404,436, 439.
Біела, 395.
Біо, 415.
Бланкини, 314, 315.
Боде, 295, 333.
Бонопартъ Роланъ, 118.
Бондъ, 249.
Бонилья, 416, 417.
Бонифацій VIII, 10.
Боннъ, 435.
Борджіа Каспаръ, 42.
Борисякъ, 212.
Браге Тихо (см. Т) 8, 17, 47, 51, 52, 57, 70, 74, 76, 77, 89, 90, 108, 159, 209, 211, 514.
Брадлей Джемсъ, 160, 161, 436, 437, 438, 439, 446.
Брандесъ, 384.
Бредихинъ Ѳ. А. 259, 340, 351, 381, 385, 386, 387, 388, 390.
Бреннеръ, 328.
Бруксъ, 376.
Бруно Джордано (см. Д.). 14, 23, 24, 25, 41, 58, 244, 357.
Брюстеръ Давидъ, 189, 190.
Буваръ, 223.
Бунзенъ Р. В., 183, 185, 190, 191, 192.
Бэконъ Веруламскій, 15.
Бэрнардъ, 176, 330, 346, 389.
Бюдэ, 536.
Бюффонъ, 541.
Бѣлопольскій, 196, 315, 407.

Валаамъ, 370.
Валло, 119.
Васко-де-Гама, 428.
Вернъ Жюль, 229.
Веросціо Фабриціо, 42.
Веспасіанъ, 351.
Віоль, 124.
Вивіани, 25.
Вико, 315.
Вильгельмъ Завоеватель, 352.
Виннеке, 398.
Винчи Леонардо да (см. Л.), 14, 15, 16, 25, 28, 510.
Висконти, 352.
Виттъ, 336.
Вольта Александръ, 556.
Вольтеръ, 71, 73, 74.
Вольтеръ М. 335, 367, 388, 390.
Вольфъ Р. 335.
Ворнеръ, 116.
Ворсель, 407.
Вулльстенъ, 182.

Галилей Виченца, 42, 45.
Галилей Галилео, 3, 11, 12, 14, 15, 16, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 34, 35, 36, 38, 40, 41, 42, 45, 46, 47, 59, 60, 61, 74, 76, 79, 91, 94, 244, 254, 259, 314, 341, 344, 345, 357, 440, 514, 536.
Галле 224.
Галлей Эдмундъ, 359, 360, 361, 362, 364, 366, 390, 399.
Гайндъ, 210, 369.
Ганскій, 116, 254, 256, 257, 267, 285, 286, 287, 288.
Гаральдъ, 352.
Гардингъ, 335.
Гарвей, 13.
Гассенди, 358.
Гауссъ, 78, 332, 333, 334, 366.
Гевелій, 94, 359, 383, 515.
Гёггинсъ, 196.
Гейтель, 574, 575.
Гельмгольцъ, 242, 243, 248, 249.
Генке, 335.
Гераклитъ, 36, 356.
Гершель Вильямъ, 76, 79, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 105, 106, 107, 115, 156, 170, 208, 214, 219, 223 315, 326, 344, 347, 366, 537, 538.
Гершель Джонъ, 106.
Гёссей, 211, 329.
Гессіо Берлингеро, 42.
Гинетти Мартинъ, 42.
Гиппархъ, 5, 7, 87, 126, 146, 204, 355.
Гитторфъ, 549, 560.
Глазенапъ С. П. 208, 408, 410, 413.
Гольдштейнъ М. Ю., 37.
Готье, 398.
Грагамъ, 437.
Гринъ, 323, 326.
Губбартъ, 401.
Гунъ Робертъ, 382.
Гульдъ, 335, 404.
Гумбольдтъ А., 411, 454, 455, 456, 458.
Гэфлеръ, 205.
Гюйгенсъ, 62, 74, 94, 176, 202, 326, 345, 346.

Даламберъ, 366, 513.
Дальтонъ, 549, 552, 581.
Дамуазо, 366, 513.
Даннеманъ Фридрихъ, 37.
Дарвинъ, 491.
Дарвинъ Джонъ, 528, 529.
Даусъ, 326.
Декартъ, 73, 359.
Деламбръ, 383, 389.
Демокритъ, 36, 548, 549.
Джордано Бруно (см. Б.) 14, 23, 24, 25, 41, 58, 244, 357.
Джееръ, 196.
Джоуль, 242, 243, 244, 245.
Діодоръ Сицилійскій, 351.
Додель, 13.
Доллондъ, 94, 107.
Донати, 401, 465.
Допплеръ, 390.
Дрэперъ, 11, 112, 122.
Дэви, 556.
Дюрингъ, 15, 243.

Евсевій, 10.
Есауловъ, 407.

Жюль Вернъ, 229.
Жансенъ, 116, 264, 266, 267, 268, 405.
Ждановъ А. М., 367.

Зандбергъ, 398.
Зейферъ Отто, 243.
Зюссъ, 480, 485.

Іеремія, 371.
Іоаннъ XXII, 10.
Іовъ, 127.
Іосія, 371.

Ивановъ А. А. 367.
Изабелла, 426.
Иннесъ, 407.
Ипатія (Гипатія), 10, 11.

Калликсъ III, 353.
Кальвинъ, 13.
Кампани, 94.
Кантъ, 538, 539.
Капелла Марціанъ, 21.
Кассій, 351.
Кассини-сынъ, 315.
Кассини Доминикъ, 94, 314, 359.
Катринли, 13.
Кеплеръ, 8, 14, 16, 35, 36, 41, 47, 51, 52, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 70, 74, 76, 83, 89, 91, 92, 159, 206, 209, 225. 296, 298, 304, 321, 332, 334, 357, 358, 359, 376, 383, 504, 517, 536.
Кириллъ, 10.
Кирхгофъ, 183, 184, 185, 188, 261.
Кларкъ Альванъ, 112, 114.
Клинкерфусъ, 396.
Клодъ Клеро Алексѣй, 362, 363, 364, 365, 366, 513.
Кобольдъ, 205, 206, 390.
Коджіа, 403.
Колумбъ Христофоръ, 57, 64, 424, 426, 428.
Кондюи, 71.
Константинъ Великій, 10.
Контъ Огюстъ (см. О.), 179, 195.

Копернинъ, 5, 14, 16, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 36, 38, 40, 43, 47, 51, 52, 56, 59, 60, 74, 76, 77, 79, 89, 101, 157, 158, 159, 195, 218, 297, 298, 304, 357, 424, 435, 436, 518, 536.
Коуэль, 367, 368, 369.
Креднеръ, 489, 491.
Кремеръ, Гергардтъ (Меркаторъ), 434.
Кролль, 488.
Кроммелинъ, 367, 368, 369, 371.
Круксъ Вильямъ, 553, 559, 560, 561, 572,
Ксенофанъ, 355.
Кэмпбель, 208, 329.
Кювье, 460, 462.
Кюри, 570, 571.

Лавуазье, 239, 549, 552.
Лагранжъ, 28, 74, 78, 366, 513.
Лайель Чарльзъ, 462.
Лаландъ, 334, 358, 362.
Ламаркъ, 491.
Ламбертъ, 219.
Ланглей, 255, 309.
Лапласъ, 59, 74, 78, 366, 383, 513, 538, 539, 540, 543, 544, 546.
Лаувидій Цакхіа, 42.
Лебедевъ, 392.
Леверье Урбанъ, 224, 310, 347, 366, 393, 397.
Леви, 526.
Ле-Жантиль, 174.
Лейкинъ, 549.
Лексель, 392.
Леманъ, 366.
Ленардъ, 561.
Леонардо да Винчи (см. В.), 14, 15, 16, 25, 28, 510.
Лепотъ, 362.
Лескарбо, 310.
Ликъ Джемсъ, 114.
Литровъ, 306.
Ліе, 402.
Ловелль, 315, 326, 328, 329, 330, 335, 346.
Ложье, 369.
Локіеръ, 264, 267, 404.
Лорманъ, 515.
Лукрецій, 24.
Лундинъ, 114.
Любимовъ, Н. А., 58.
Людовикъ XIV, 353, 358.
Людовикъ XIII, 430.
Людовикъ XI, 352.
Людовикъ I, 353.
Люкъ де, 416.

Магелланъ, 57, 424, 428, 448.
Мазарини, 353.
Майеръ Ю. Р., 241,—244.
Максвелль, 392.
Маргэнъ, 124.
Маркъ Твэнъ, 420.
Медичи, 35.
Медлеръ, 326, 515.
Мейеръ В., 174, 405.
Меллеръ Аксель, 397.
Менделѣевъ Д. И., 552.
Мерцъ Сигизмундъ, 108, 112.
Мессеръ Я., 142, 147, 208.
Местлинъ, 304.
Месье, 98, 368, 392.
Меткальфъ, 335.
Миллеръ, 190.
Молине С., 437.
Монжъ, 366.
Монтегацца, 2.
Moreux, 258.
Морхаузъ, 388.
Мультонъ, 544, 547.
Мушкетовъ, 474, 481, 489.

Нансенъ, 424, 428.
Неронъ, 351.
Никетъ, 21.
Норвудъ, 72.
Ньюкомъ, 112, 125, 154, 329, 513, 514, 520.
Ньютонъ, 16, 60, 61, 62, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 79, 92, 95, 98, 179, 182, 184, 185, 200, 206, 223, 357, 359, 360, 361, 364, 366, 390, 398, 513, 527, 536.

Огюстъ Контъ (см. К.), 179.
Озіандеръ, 19.
Ольберсъ, 334, 335, 384, 394.

Павелъ III, 19.
Палечекъ, 365.
Палица, 335.
Панэтій, 355.
Паре, 353, 354.
Перовъ, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 278, 280.
Перренъ, 561.
Петерсъ, 335.
Піацци, 332.
Пикаръ, 73, 449.
Пикафъ Бернаръ, 221.
Пикерингъ, 114, 176, 196, 200, 346.
Пингре, 383.
Пиѳагоръ, 5, 7, 23, 40, 355.
Плана, 513.
Планкъ, 558.
Платонъ, 28, 548.
Плиній, 472.
Плутархъ, 21, 351.
Погсонъ, 396.
Покровскій, 12, 108, 112, 142, 208, 322, 413
Понтекуланъ, 366, 367, 369.
Понсъ, 393, 398.
Предтеченскій Е. А., 11.
Прокторъ, 169.

Пру, 552.
Птоломей, 7, 8, 12, 17, 18, 36, 40, 57, 59, 77, 88, 89, 101, 126, 355, 434.
Пюизо, 526.

Райтъ, 538, 539.
Рамзай, 566.
Ремеръ, 342.
Рентгенъ Конрадъ, 561, 563.
Репсольдъ, 108, 116.
Робертсъ Исаакъ, 152, 173, 335.
Розенбергеръ, 366.
Россъ, 106, 107, 115, 340.
Ротшильдъ, 118.
Роуландъ, 184, 194, 196.
Роше, 270, 271, 272, 274, 276, 278, 280.
Рузефордъ, 574, 575, 576, 579, 580.
Румфордъ, 240.

Сабашниковъ Ѳ. В., 14.
Сагредо, 28, 29, 30, 31, 32, 33.
Сальвіати, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 40.
Санозигенъ, 351.
Свинцерусъ Карлъ, 45.
Свифтъ Левисъ, 376.
Святскій Д., 370, 371.
Секки, 175, 196, 266, 275, 279, 404.
Сенека, 356, 358, 376.
Серветъ Михаилъ, 13.
Си, 547.
Симпличіо, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 37, 39, 41.
Скалья до Кремоно Дезидерій, 42.
Скіапарелли, 304, 312, 315, 321, 322, 323, 324, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 390, 396, 411, 412.
Снеллій, 72.
Содди, 575, 576, 577, 578.
Сократъ, 351, 422.
Сола Жозе, 341.
Соссюръ, 124.
Спартакъ, 472.
Сталь Георгъ Эрисъ, 549.
Стевинъ, 28, 34.
Стоней Джонстонъ, 565.
Страбонъ, 356.
Стратоновъ, В. В., 169, 227.
Струве Германъ, 112, 114.
Струве О., 107, 112, 114, 164.
Стези, 116.

Темпель, 398.
Теонъ, 11.
Теофилъ, 10.
Тиндаль, 124.
Тихо Браге (см. Б.), 8, 17, 47, 51, 52, 57, 70, 74, 76, 77, 89, 90, 108, 159, 209, 211, 514.
Томпсонъ Дж., 244, 561, 565, 580.
Тосканелли, 426.
Тровбриджъ, 114.
Трувелло, 174.
Тэтъ, 244.

Уаттъ, 240, 245.
Уильсонъ, 260.
Уолесъ, 488, 491.
Уэльсъ, 319.

Фабриціусъ, 254.
Фай, 124, 524, 525, 526, 544—547.
Фарадей, 241, 556, 557.
Фейль, 112.
Фердинандъ, 426.
Фламмаріонъ К., 319, 326, 327, 328, 352.
Флемингъ, 211.
Фогель, 175, 196.
Франклинъ Веніаминъ, 554, 556.
Фраунгоферъ Іосифъ, 76, 107, 111, 112, 160, 182, 184, 188, 189, 190, 193, 366.
Фридрихъ II, 89, 90.
Фуко, 191, 192, 439, 443, 444.
Фуссъ, 270—277, 280.

Чемберлинъ, 544, 547.
Чентильо де Аскольи, 42.
Черулли, 330.

Шампольонъ, 463.
Шансъ, 112.
Шарлуа, 335.
Шезо, 399.
Шейнеръ, 196, 254.
Шекльтонъ, 424, 428.
Шмидле Катерина, 13.
Шмидтъ, 406, 515.
Шнейдеръ, 536.
Шортъ, 95.
Шпиталеръ, 175.
Шретеръ, 315, 315, 326, 515.
Штюбель, 459.
Шумахеръ, 158.

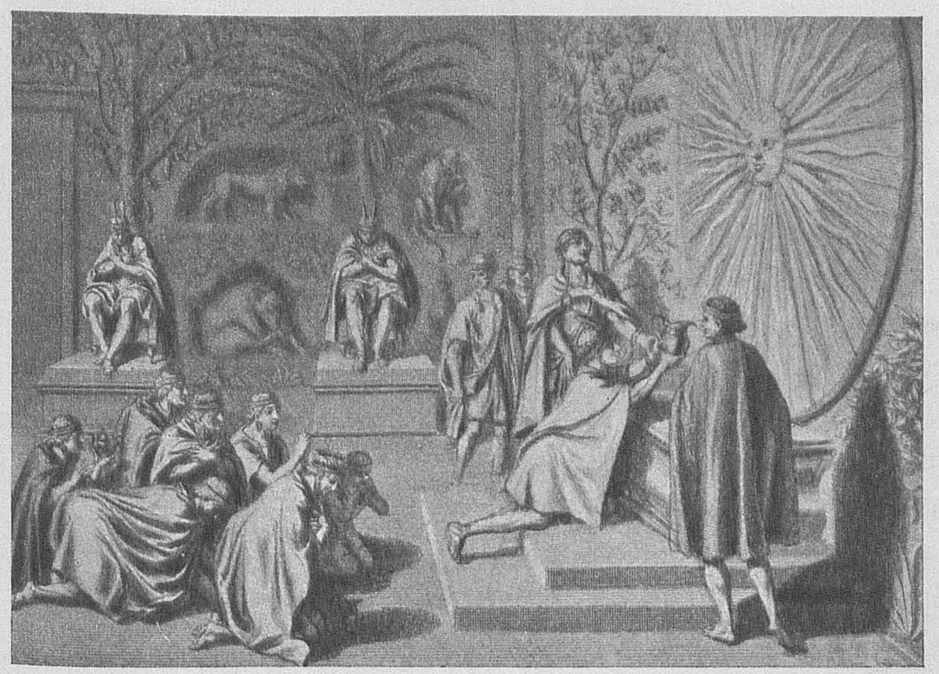
Щербаковъ С., 270, 280.

Хандриковъ, 397, 522.
Хи, 86.
Хладни, 416.
Хо, 86.
Холль, 261, 289, 331.

Цахъ, 334.
Цезарь, 351.
Целлеръ, 243.
Цельнеръ, 138, 164, 251, 384, 391.
Цицеронъ, 21.

Эвклидъ Александрійскій, 3, 11, 12.
Эйбрель, 119.
Эйлеръ, 78, 94, 266, 383, 392, 513.
Эльстеръ 574, 575.
Энке, 393, 394, 398, 399.
Эпикуръ, 549.
Эратосѳенъ, 5, 87, 108.
Эрштедъ, 240, 241.

Ѳеодосій Великій, 11.
Ѳеонъ Александрійскій, 355.



Жертвоприношеніе Солнцу у древнихъ инковъ въ Америкѣ.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Русская популярно-научная и учебная литература за послѣдній десятокъ-полтора лѣтъ обогатилась не малымъ числомъ очень хорошихъ оригинальныхъ и переводныхъ книгъ по астрономіи, физической географіи, геологіи—вообще по міровѣдѣнію. Упомянемъ хотя бы слѣдующія оригинальныя сочиненія

«*Друзьямъ и любителямъ астрономіи*» проф. С. П. Глазенапа и его же «*Кометы*».

«*Путеводитель по небу*» и «*Звѣздный атласъ*» проф. К. Д. Покровскаго и его же «*Успѣхи астрономіи въ XIX столѣтіи*» и «*Практическія занятія по начальной астрономіи (космографіи)*» *Н. Платонова.*

Вышедшій третьимъ изданіемъ «*Звѣздный атласъ*» Я. Мессера.

«*Курсъ астрономіи*» проф. Н. Я. Цингера.

«*Общедоступные очерки изъ области астрономіи*». (Выпуски I и II). Дм. Ройтмана.

«*Исторія физики*» проф. Н. А. Любимова,—книга, которую желательно было бы видѣть на столѣ каждаго любителя естествознанія.

Монографія В. В. Стратонова «*Солнце*»,—книга, не имѣющая, пожалуй, равной въ популярно-научной европейской литературѣ послѣднихъ лѣтъ.

Переработанное 2-е изданіе «*Описательной астрономіи*» проф. М. Ф. Хандрикова.

«*Курсъ физической географіи*» проф. П. И. Броунова.

Вышедшее послѣ безвременной смерти автора второе переработанное изданіе «*Физической геологіи*» И. В. Мушкетова и т. д.

Удлинять списка перечнемъ хотя бы самыхъ замѣчательныхъ переводныхъ сочиненій не станемъ. Отмѣтимъ только, что въ переводѣ и редактированіи многихъ изъ нихъ принимали участіе наши выдающіеся ученые и профессора. Укажемъ также на то, что появились спеціальныя издательства (наприм., одесское «Матезисъ»), успѣшно и добросовѣстно знакомящія публику со многимъ новымъ и интереснымъ, появляющимся заграницей спеціально въ области естествознанія и математики.

Словомъ, уже есть небольшой выборъ книгъ—и хорошихъ книгъ,—поучающихъ о Небѣ и Землѣ. Но для сознательнаго чтенія этихъ хорошихъ книгъ необходимо имѣть нѣкоторую, а часто и значительную, подготовку, которой по тѣмъ или инымъ причинамъ лишенъ весьма большой кругъ русскихъ читателей. Общедоступной и совсѣмъ понятной русской книги для *перваго* чтенія и ознакомленія съ науками, изучающими Небо и Землю, у насъ нѣтъ. Самыя лучшія сами по себѣ переводныя сочиненія подобнаго рода также неудовлетворительны— часто просто потому, что авторы писали ихъ, имѣя въ виду своего родного, а не русскаго читателя. Можно смѣло утверждать, напр., что превосходная, въ своемъ родѣ классическая, «Астрономія для всѣхъ» покойнаго американскаго профессора Ньюкома (Newcomb) является понятной далеко *не* для всѣхъ любителей полезнаго чтенія у насъ.

Талантливѣйшіе и ученые популяризаторы астрономическихъ знаній на Руси, профессора С. П. Глазенапъ, К. Д. Покровскій и астрофизикъ В. В. Стратоновъ восполнили недостатокъ въ общедоступныхъ книгахъ по міровѣдѣнію лишь отчасти. Ихъ указанныя выше книги также имѣютъ въ виду читателя съ подготовкой—въ предѣлахъ, примѣрно, курса *космографіи* для среднихъ учебныхъ заведеній. Заслуженный успѣхъ этихъ сочиненій свидѣтельствуетъ только о томъ, что друзей и любителей астрономическихъ знаній съ такой подготовкой есть у насъ уже не мало, но нельзя сомнѣваться, что число подобныхъ друзей и любителей могло бы значительно возрасти, если бы существовали помимо учебниковъ пособія, облегчающія первоначальное правильное знакомство съ предметомъ. Существуетъ, повторяемъ, большой кругъ любителей серьезнаго чтенія, лишенныхъ, по разнымъ причинамъ, возможности понимать, какъ слѣдуетъ, книгу, снабженную математическими формулами, таблицами или просто ссылками на законы и начала физики и механики, какъ бы формулы ни были «просты», а законы и начала «общеизвѣстны». Таковы часто условія начальнаго образованія и подготовки, въ чемъ читатель обыкновенно меньше всего виноватъ. Обращаться же за справками къ учебнику—не всякому возможно, да спрашивается часто, — къ какому учебнику обращаться для выясненія того или другого непонятнаго мѣста, того или иного недоразумѣнія. Вотъ почему на волнующіе всѣхъ и каждаго вопросы о величественномъ звѣздномъ небѣ и о нашей матери-Землѣ огромный кругъ читателей или вовсе не получаетъ отвѣта, или долженъ довольствоваться только тѣмъ, что даютъ разныя популярныя брошюры, иногда довольно-таки сомнительнаго свойства.

Итакъ, необходима книга о Небѣ и Землѣ, которая, съ одной стороны, по изложенію была бы *вполнѣ доступна* даже для лицъ, не ушедшихъ въ математикѣ далѣе 4-хъ ариѳметическихъ дѣйствій и знающихъ метрическую систему мѣръ, а съ другой,—давала бы читателю правильное понятіе о возвышеннѣйшихъ и труднѣйшихъ изъ наукъ. При этомъ общедоступность не должна быть помѣхой научности. Мало того,—желательно, чтобы подобная книга заохочивала каждаго къ дальнѣйшему болѣе основательному усвоенію предмета, къ дѣятельному расширенію познаній въ области точныхъ наукъ.

Настоящимъ дѣлается попытка дать въ руки читателя подобную книгу. Но несмотря на всю заманчивость задачи, трудности столь велики, что мы не рѣшились бы взяться за ея выполненіе, если бы эта книга (какъ и всѣ книги) не имѣла своей небольшой исторіи, о которой считаемъ нужнымъ сказать нѣсколько словъ.

Въ 1906—1907 году по предложенію почтенной редакціи «Всходы» (журналъ для юношества) намъ пришлось написать небольшую (около 8 печатныхъ листовъ) общедоступную книжку астрономо-геологическихъ очерковъ подъ заглавіемъ «Въ волнахъ безконечности». Несмотря на нѣкоторыя досадныя опечатки и недосмотры (автору не пришлось, по обстоятельствамъ, просмотрѣть самому корректуръ), книжка имѣла успѣхъ среди читателей и заслужила нѣсколько одобрительныхъ отзывовъ печати. Это еще разъ убѣждало насъ въ необходимости общедоступной книги по соприкасающимся областямъ астрономіи, геологіи и такъ называемой физической географіи и дало смѣлость приняться за дальнѣйшую обработку матеріала для такой книги, при чемъ попутно въ 1909 году, по предложенію соединенныхъ книгоиздательствъ «Посѣвъ» и «Всходы», нами была написана небольшая (около 5 печатныхъ листовъ) и опять-таки общедоступная книжка о кометахъ. Въ то же время книгоиздательство А. С. Суворина, узнавъ о цѣляхъ и задачахъ настоящей книги, съ полной и просвѣщенной готовностью пошло навстрѣчу всѣмъ пожеланіямъ и предположеніямъ относительно ея изданія, за что и приносимъ почтенному книгоиздательству живѣйшую благодарность.

Такъ изъ небольшихъ книжекъ въ теченіе ряда лѣтъ выработалась настоящая книга, и явилась возможность ее издать. Скажемъ еще нѣсколько словъ о самой книгѣ по существу.

Поставилена задача дать книгу, которую можно было бы легко читать, но никакъ не книгу для «легкаго чтенія». Ради занимательности книги нежелательно жертвовать ея возможной научностью. Желательно ввести читателя въ область великой и серьезной *науки* міропознанія, но никакъ не въ область тѣхъ заманчивыхъ, но мало обоснованныхъ предположеній, на канвѣ которыхъ иные писатели научно-популярныхъ книгъ любятъ вышивать различные узоры.

Многія популярныя и написанныя увлекательнымъ языкомъ книги обладаютъ еще тѣмъ недостаткомъ, что оставляютъ читателя въ увѣренности, будто послѣ ихъ прочтенія ему извѣстно *все*... Всѣ тайны и загадки вселенной объяснены и разгаданы такъ, что читателю остается только иной разъ удивляться, чего еще тамъ хлопочутъ и стараются ученые, когда вопросы въ сущности такъ «ясны» и «просты»... Какъ кажется, въ подобномъ недостаткѣ нельзя будетъ упрекнуть эту книгу. Область достовѣрнаго всюду отдѣлена отъ области предположеній и догадокъ. Всюду, гдѣ возможно, подчеркнуто, что какъ ни много сдѣлано наукой въ той или другой области, но остается сдѣлать еще безконечно больше. Не чувство самодовольнаго удовлетворенія уже добытыми результатами, но трепетное желаніе перевернуть и прочесть слѣдующую неизвѣстную страницу великой книги природы хотѣлось бы намъ пробудить. Хотѣлось бы также подчеркнуть и указать на примѣры, заслуживающіе подражанія,—на великихъ геніевъ, тружениковъ и свѣточей мысли, ведущихъ человѣчество къ совершенству самосознанія и міропониманія. Съ этой послѣдней цѣлью всюду почти, гдѣ по задачамъ книги оказывалось возможнымъ, мы предпочитали обращаться къ подлинникамъ, чтобы дать въ руки читателей хотя небольшіе переводные отрывки изъ великихъ трудовъ великихъ людей. Подобный пріемъ придаетъ, пожалуй, книгѣ въ иныхъ мѣстахъ характеръ хрестоматіи, но быть можетъ это наилучшій способъ ввести читателя въ лабораторію творчества науки и побудить его къ чтенію самого подлинника. Небезъинтереснымъ, съ другой стороны, казалось хотя въ нѣсколькихъ чертахъ обрисовать и ту обыденную обстановку, среди которой приходится жить и работать людямъ науки. На страницахъ, посвященныхъ разсказу объ устройствѣ нѣкоторыхъ обсерваторій (Пулковской и на Монбланѣ) въ живомъ очеркѣ г-на Щербакова о солнечномъ затменіи и т. д. читатель, быть можетъ, почерпнетъ нѣсколко правильныхъ понятій на этотъ счетъ.

Стремленіе сдѣлать книгу совершенно общедоступной и понятной заставило исключить изъ нея всѣ математическія формулы, какъ бы онѣ ни были просты; всѣ же необходимыя механическія, физическія и геометрическія понятія объяснены простой рѣчью и нагляднымъ рисункомъ или чертежомъ. Думаемъ, что самое главное разъяснено понятно и вмѣстѣ съ тѣмъ точно, хотя, разумѣется, при такой постановкѣ задачи иногда нельзя было избѣжать нѣкоторой догматичности въ изложеніи. Чтобы еще болѣе облегчить чтеніе, книга напечатана двумя шрифтами—крупнымъ и другимъ, болѣе узкимъ. Страницы, напечатанныя этимъ вторымъ шрифтомъ при первомъ чтеніи каждой главы можно даже опустить, хотя онѣ и не представляютъ, вообще говоря, никакихъ трудностей для усвоенія. Въ виду того же облегченія чтенія мы не стѣсняемся повторять при каждомъ удобномъ случаѣ основныя понятія, а также снова возвращаться къ разсмотрѣнному уже предмету, разъ есть возможность освѣтить его еще съ новой стороны.

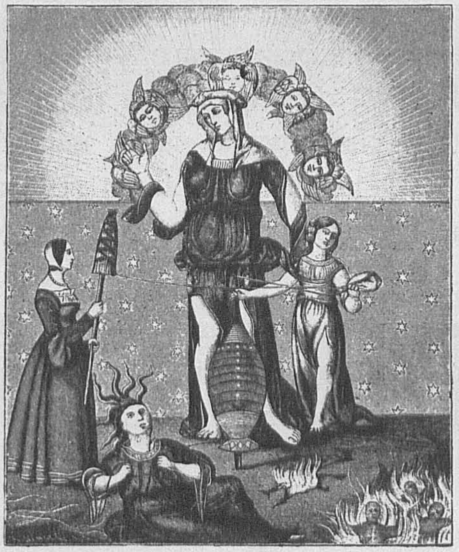
Предметы, затронутые въ этой книгѣ, величественны и неисчерпаемы. О многомъ пришлось сказать только въ самыхъ общихъ чертахъ, кое о чемъ лишь упомянуть, а иное и опустить вовсе, какъ бы оно ни было интересно и важно. Мы не теряемъ надежды посвятить особую небольшую книгу незатронутымъ или мало развитымъ здѣсь интереснымъ вопросамъ.

Послѣдняя глава въ части, касающейся новѣйшихъ теченій въ ученіи о строеніи вещества, была для насъ въ особенности трудна и отвѣтственна. Къ счастью, извѣстный физикъ и составитель прекраснаго руководства по своему предмету Ф. Н. Индриксонъ изъявилъ полную готовность не только просмотрѣть упомянутую часть нашего очерка, но и обстоятельно ее дополнить. За такую нелегкую дружескую услугу приносимъ ему самую искреннюю благодарность.

Точно также считаемъ долгомъ высказать свою самую живѣйшую признательность и благодарность В. И. Короленко, замѣчанія и помощь котораго при чтеніи послѣднихъ корректуръ всей вообще книги были положительно незамѣнимы.

Въ заключеніе еще одно необходимое замѣчаніе: Во всей книгѣ мы пользуемся метрической или русской системой мѣръ— безразлично. Предполагается, что читатель имѣетъ столь же ясное представленіе о километрѣ, метрѣ и его дѣленіяхъ, какъ о верстѣ, сажени и дѣленіяхъ послѣдней. Такъ что, если кто изъ читателей недостаточно еще ознакомленъ съ метрической системой мѣръ, то ему необходимо основательно съ ней ознакомиться. Надо думать впрочемъ, что и у насъ мало найдется любителей полезнаго чтенія, незнакомыхъ съ системой мѣръ, принятыхъ нынѣ всѣми цивилизованными странами міра и введенie которыхъ въ обиходъ русской жизни, надо думать, не заставитъ себя долго ждать. Кое какiя подробности относительно происхожденiя и введенiя метрической системы читатель найдетъ на страницахъ 449 и 450 настоящей книги.

С.П.Бургъ.
Iюнь, 1911 г.



Аллегорическое изображенiе «Астрологiи»,
окруженной тремя Парками (богинями судьбы).

(По рисунку изъ французской рукописи XVI столѣтiя).

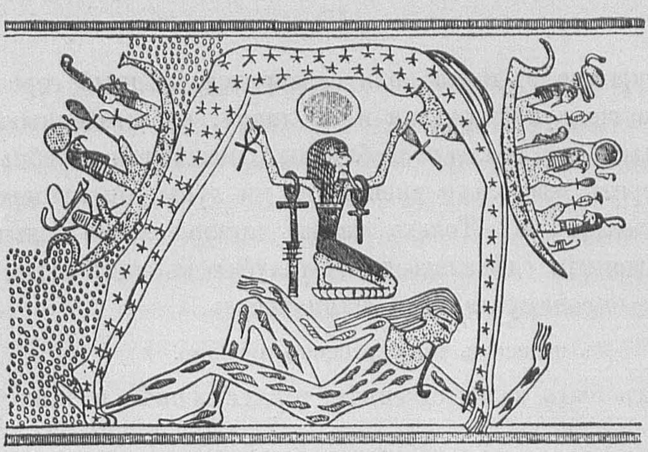


Рис. 1. Символъ вселенной у древнихъ египтянъ.

О безконечности вселенной.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

Вступленіе. — Наблюденіе и опытъ. — Наслѣдіе отъ древнихъ.—Эвклидъ, Архимедъ, Пиѳагоръ, Аристархъ, Гиппархъ, Аристотель.—Птоломей и его система.—Эпициклы.—Заблужденія, поддерживаемыя религіозными предразсудками.— Культурное состояніе средневѣковой Европы. — Леонардо да Винчи.—Коперникъ.—Джіордано Бруно.—Галилео Галилеи. — Кеплеръ и его законы. — Ньютонъ и законъ всемірнаго тяготѣнія.

> На воздушномъ океанѣ,
> Безъ руля и безъ вѣтрилъ,
> Тихо плаваютъ въ туманѣ
> Хоры стройные свѣтилъ.
> Часъ разлуки, часъ свиданья
> Имъ не радость, не печаль.
> Имъ въ грядущемъ нѣтъ желанья,
> Имъ прошедшаго не жаль...
>
> Лермонтовъ.

Взгляните на голубое бездонное небо въ ясный, ликующій день, когда ослѣпительно блистающее и все созидающее на Землѣ Солнце совершаетъ тамъ, въ высотѣ, свое побѣдное шествіе отъ края и до края горизонта. Взгляните на то же небо въ ночь, когда, потемнѣвъ, раздавшись и раздвинувшись, оно горитъ и переливаетъ разноцвѣтными огнями неисчислимаго количества небесныхъ свѣтилъ. Въ великомъ и торжественномъ молчаніи проходятъ свѣтила свои необъятные небесные пути. Загадочно мерцаетъ и расплывается по тверди Млечный Путь.

Вотъ тамъ, скромно въ иныя ночи серебрится блѣдный серпъ луны, а въ другія—та же луна, круглая и «полная», съ загадочными пятнами «на лицѣ», льетъ на землю свой блѣдный, печально-волшебный свѣтъ... Смотришь: черезъ нѣсколько дней нѣтъ ни луны, ни луннаго серпа... Куда же исчезла она? Только звѣздъ стало словно больше; только глубже и бездоннѣе сдѣлалась темно-голубая въ видѣ огромной полукруглой чаши опрокинутая надъ нами твердь.

Въ небесахъ торжественно и чудно.

Что можетъ быть величественнѣе, торжественнѣе и таинственнѣе?.. Что можетъ сравниться со вдумчивымъ созерцаніемъ этого надземнаго въ связи съ земнымъ? «Начиная съ ребенка,—говоритъ Монтегацца,—который видитъ рай среди этой звѣздной пыли, до философа, который восклицаетъ: «что значатъ страданія мои и страданія всего человѣчества въ сравненіи съ жизнью вселенной, которая бьется тамъ въ милліонахъ міровъ!»—всѣ находятъ, взирая на небо, тихую радость и утѣшеніе въ отчаяніи. Передъ этими безконечными толпами міровъ, для которыхъ наши числа слишкомъ ничтожны, всякая гордость падаетъ ницъ, всякое неравенство исчезаетъ, всякій геній чувствуетъ смиреніе. Небо—это бездна безднъ, бездна для созерцанія, бездна для мысли, бездна по безконечнымъ тайнамъ, которыя оно скрываетъ въ своей безграничной глубинѣ»...

Охватывая посильно взоромъ эту бездну, это небесное пространство, наполненное свѣтилами, и ставя его въ связь съ нашей Землей, мы становимся у порога вѣчности, мы приближаемся къ истинѣ. Малъ, конечно, и ничтоженъ человѣкъ; но полетъ мысли, опирающейся на безспорныя и точныя данныя, можетъ уносить его какъ назадъ, къ тѣмъ временамъ, когда на небесахъ не было еще ни одного изъ существующихъ нынѣ свѣтилъ, такъ и впередъ на миріады лѣтъ, когда все это звѣздное небо, вся эта вселенная, быть можетъ, разсѣется туманомъ, и создастся новая невѣдомая жизнь.

Всѣ выводы современной астрономической науки сводятся къ заключенію, что окружающая насъ вселенная безконечна. Но на чемъ основано это утвержденіе о безконечности и что понимать подъ этой безконечностью? Много ли мы знаемъ о вселенной вообще, и насколько эти знанія достовѣрны? Откуда, наконецъ, мы черпаемъ свои знанія?

Отвѣтъ на послѣдній изъ вопросовъ ясенъ. Всѣ выводы естествознанія, и астрономіи въ частности, основываются на данныхъ, добытыхъ изъ самой же природы. Внѣ *наблюденій и опытовъ* не можетъ быть ни выводовъ, ни научныхъ успѣховъ. Отъ точности и могущества средствъ наблюденія зависитъ достовѣрность и обширность нашихъ познаній, накопляемыхъ во времени съ теченіемъ вѣковъ.

Быстро текутъ вѣка, но медленно, увы, среди широкихъ массъ человѣчества накопляются знанія. Тысячелѣтіями держатся иногда ложныя ученія и предразсудки, а путь истиннаго знанія часто извилистъ, тяжелъ и тернистъ.

Справедливо говорятъ, что астрономія—старѣйшая изъ наукъ на Землѣ. Но не менѣе, пожалуй, справедливо и то, что эта старѣйшая наука только сравнительно недавно вышла изъ состоянія младенчества. И это послѣднее неудивительно, потому что многія тысячелѣтія, протекшія съ тѣхъ поръ, какъ человѣкъ впервые взглянулъ сознательнымъ окомъ на небо и началъ создавать науку астрономію, прошли для людей сравнительно безплодно. Почти всѣмъ, что извѣстно нынѣ о строеніи и устройствѣ вселенной, о границахъ и планѣ мірозданія, мы обязаны только послѣднимъ двумъ-тремъ столѣтіямъ.

Наслѣдіе, оставленное древними, съ которымъ созидатели новѣйшей астрономіи приступили къ установкѣ основаній астрономіи, было, пожалуй, довольно значительно, если не съ количественной, то съ качественной стороны, но существовали въ этомъ наслѣдіи такія стороны, которыя прямо-таки мѣшали правильному, своевременному научному развитію какъ астрономіи, такъ и естествознанія вообще. Остановимся на этомъ вопросѣ нѣсколько подробнѣе и прослѣдимъ, въ общихъ чертахъ ходъ и поворотъ научной мысли.

Начатки научныхъ познаній, умозрѣній и теорій Европа получила отъ грековъ. Греки, въ свою очередь, заимствовали свои познанія съ Востока—отъ цивилизацій египетской, халдейской и индусской. Но останавливаться здѣсь на этихъ послѣднихъ не приходится, такъ какъ точкой отправленія развитія европейской мысли служили, все же, результаты въ обработкѣ эллинскаго генія. Эти плоды эллинской науки къ первымъ вѣкамъ христіанскаго лѣтоисчисленія представляются въ главныхъ чертахъ въ слѣдующемъ.

I. Знаменитый Евклидъ Александрійскій (въ III в. до Р. X.) разработалъ геометрическій *методъ* и оставилъ послѣ себя безсмертныя «*Начала*» («*Элементы*»), еще и по сію пору служащіе основаніемъ науки геометріи.

II. Архимедъ (287—212 до Р. X.) разработалъ нѣкоторыя начала науки *механики*. Въ теоріи рычага онъ нашелъ основаніе для всей *статики*, т. е. для ученія о *равновѣсіи* тѣлъ. Имъ же установлены нѣкоторыя положенія о жидкостяхъ и плаваніи въ нихъ тѣлъ. Со временъ Архимеда и до Галилея, т. е. въ промежутокъ около 1800 лѣтъ, механика почти не подвинулась впередъ!

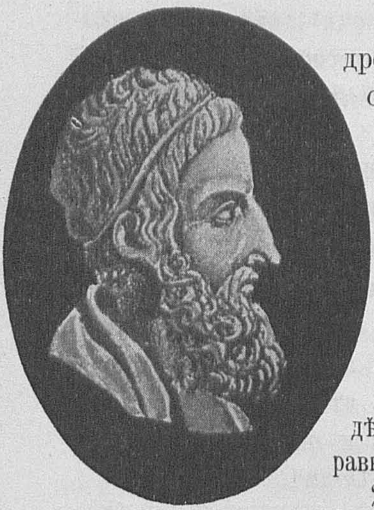


Рис. 2. Архимедъ.

Если бы кто пожелалъ узнать нѣсколько подробнѣе, что именно сдѣлано Архимедомъ въ области механики, то главнѣйшія положенія о равновѣсіи и плаваніи, по дошедшимъ до насъ сочиненіямъ Архимеда, приводятся сейчасъ ниже. Читатель, знакомый, въ общихъ хотя бы чертахъ, съ теоріей рычага, разберется въ нихъ безъ труда и самъ дополнитъ иногда явно неполную формулировку греческаго текста.

О равновѣсіи [1]). Два одинаково тяжелыхъ груза, дѣйствующихъ на равныхъ разстояніяхъ, находятся въ равновѣсіи.

2. Равно тяжелые грузы, дѣйствуя на неравныхъ разстояніяхъ, не находятся въ равновѣсіи, но дѣйствующій на болѣе далекомъ разстояніи опускается.

3. Если два груза находятся въ равновѣсіи на извѣстныхъ разстояніяхъ, и къ одному изъ нихъ что-либо прибавить, то равновѣсіе нарушается, и увеличенный грузъ опускается.

4. Точно также, если что-либо отнять отъ одного изъ грузовъ, то опускается тотъ, отъ котораго ничего не было отнято.

5. Грузы неравнаго вѣса при равныхъ разстояніяхъ не находятся въ равновѣсіи, но тяжелѣйшій опускается.

6. Если неравные грузы находятся въ равновѣсіи въ неравныхъ разстояніяхъ, то болѣе тяжелый находится въ ближайшемъ разстояніи.

7. Неравные грузы находятся въ равновѣсіи, если они обратно-пропорціональны разстояніямъ (Настоящее положеніе и есть главнѣйшій законъ рычага, впервые точно выраженный Архимедомъ. Если двѣ величины находятся въ такой зависимости, что съ увеличеніемъ или уменьшеніемъ одной другая соотвѣтственно увеличивается или уменьшается, то эти величины *прямо*-пропорціональны другъ другу. Если же съ увеличеніемъ одной другая уменьшается и наоборотъ, то величины *обратно*-пропорціональны).

8. Центръ тяжести всякаго параллелограмма есть точка, въ которой пересѣкаются ея діагонали.

9. Центръ тяжести всякаго треугольника находится на прямой линіи, соединяющей вершину съ серединой основанія.

10. Центръ тяжести всякаго треугольника находится на точкѣ пересѣченія прямыхъ, соединяющихъ вершины съ серединами противолежащихъ сторонъ.

О плаваніи [2]). Поверхность всякой сплошной жидкости въ состояніи покоя шарообразна и ея центръ совпадаетъ съ центромъ земли.

2. Твердыя тѣла, обладающія при равномъ объемѣ одинаковымъ вѣсомъ съ жидкостью, при опусканіи въ нее погружаются ровно настолько, чтобы нисколько

---

[1]) Изъ первой книги Архимеда о равновѣсіи.

[2]) Изъ первой книги Архимеда о плавающихъ тѣлахъ.

не выдаваться надъ поверхностью жидкости, но глубже не опускаются (Подразумѣвается, конечно, что не опускаются сами собой, безъ вліянія постороннихъ силъ).

3. Всякое твердое тѣло болѣе легкое, чѣмъ жидкость, погруженное въ нее, тонетъ настолько, что масса жидкости, по объему равная погруженной части, вѣситъ столько же, сколько вѣситъ все взятое тѣло.

4. Если тѣла болѣе легкія, чѣмъ жидкость, погружать въ нее, то они сами собою поднимаются съ силою, равною вѣсу такого объема жидкости, какой занимаетъ тѣло, за вычетомъ вѣса самаго тѣла.

5. Твердыя тѣла, при равномъ объемѣ болѣе тяжелыя, чѣмъ жидкость, погруженныя въ нее, погружаются, пока могутъ погружаться безпрепятственно, и становятся въ жидкости на столько легче, сколько вѣситъ жидкость, занимающая объемъ, равный объему погруженнаго тѣла.

Это послѣднее — такъ называемое «начало Архимеда» — имѣетъ для механики жидкости такое же первостепенное значеніе, какъ законъ рычага для механики твердаго тѣла.

III.—Пиѳагоръ (въ VI вѣкѣ до Р. Х.), имя котораго чаще всего связываютъ съ «Пиѳагоровой теоремой», положилъ основаніе теоріи музыки. Ему же приписываютъ вѣрное пониманіе общаго устройства солнечной системы и мѣста, занимаемаго въ ней нашей Землей. Но существуютъ еще болѣе убѣдительныя доказательства (какъ, напримѣръ, свидѣтельство Архимеда), что жившій болѣе чѣмъ за полторы тысячи лѣтъ до Коперника Аристархъ Самосскій (около 270 г. до Р. Х.) помѣщалъ Солнце въ центрѣ нашей вселенной. Точно также было довольно широко распространено представленіе о Землѣ, какъ о шарѣ. Положеніе мѣстъ опредѣлялось градусами широты и долготы (Эратосѳенъ отъ 275 — 194 г. до Р. Х.); были попытки опредѣлять объемъ Земли. Знаменитѣйшій астрономъ древности Гиппархъ (2-й вѣкъ по Р. Х.), «отецъ астрономіи», опредѣлилъ элементы видимаго солнечнаго пути, составилъ первыя солнечныя таблицы и первый каталогъ звѣздъ, изслѣдовалъ движенія Луны и сдѣлалъ великое открытіе явленія *прецессіи*, т. е. постояннаго перемѣщенія равноденственныхъ точекъ, о чемъ далѣе въ настоящей книгѣ у насъ будетъ рѣчь.

IV. Въ знаменитой Александрійской Академіи математиками и медиками былъ основательно разработанъ такъ называемый *индуктивный* методъ научныхъ иаслѣдованій и, какъ необходимое дополненіе къ нему, возникъ *опытъ* (экспериментъ), важнѣйшая основа нынѣшнихъ наукъ.

V. Аристотель (384—322 г. до Р. Х.) положилъ основанія науки о животныхъ, *зоологіи*. Сочиненіе этого философа по зоологіи представляетъ самое основательное и замѣчательное произведеніе древности по этому предмету. Въ немъ содержится не только описаніе многихъ животныхъ, но разсматривается строеніе и назначеніе отдѣльныхъ органовъ ихъ тѣла, обсуждается развитіе и образъ жизни животныхъ.

Но не это сочиненіе Аристотеля, а его знаменитыя *Логика* и *Физика* оказали въ свое время самое могущественное вліяніе на ходъ и развитіе европейской науки и, вдобавокъ, въ видѣ обезображенномъ и искаженномъ самыми нелѣпыми толкованіями.

Выводъ изъ предыдущаго, казалось бы, ясенъ и напрашивается самъ собой: результаты эллинской науки были немаловажны, если не въ количественномъ, то въ качественномъ отношеніи. Во всякомъ случаѣ были добыты зерна истиннаго и здраваго знанія, которыя, попавъ на благопріятную почву, могли бы быстро принести обильную и для всѣхъ полезную жатву. Но вышло по иному: развитіе европейскихъ народовъ пріостановилось на много вѣковъ—чуть не на 2000 лѣтъ,—и случилось это главнымъ образомъ по двумъ причинамъ.

Прежде всего потому, что результаты, добытые греческой наукой, къ первымъ вѣкамъ возникновенія христіанства имѣли и свои тѣневыя стороны. Зерна и крупицы истины были добыты,—это вѣрно. Но не завоеванныя великими умами истины, а ихъ заблужденія и ошибки прежде всего воздѣйствовали на людей. Тотъ самый великій Аристотель, который столь много сдѣлалъ для изученія органической природы, по отношенію къ неорганической природѣ обнаруживаетъ запутанность и опасную неясность. Болѣе того,—имъ же введено ложное и во всякомъ случаѣ даже въ его время ни на чемъ не основанное начало, что движенія небесныхъ свѣтилъ управляются своими собственными законами, не имѣющими никакой связи съ законами, существующими на Землѣ. Аристотель—натуралистъ, наблюдатель и экспериментаторъ, создатель зоологіи, въ то же время произвольно отдѣляетъ небесную механику отъ земной, а въ эту послѣднюю вводитъ начала и допущенія, не основанныя ни на опытахъ, ни на наблюденіяхъ. Но Аристотель вмѣстѣ съ тѣмъ и создатель *Логики*—великій мастеръ формальнаго мышленія и игры словами. И вотъ, въ результатѣ, появляется рядъ умозаключеній, образчикомъ которыхъ можетъ служить хотя бы такое, гдѣ съ аристотелевской точки зрѣнія доказывается вѣчность, неподвижность и неизмѣнность небесъ:

I. Движеніе есть или *порожденіе*, или *тлѣніе*.

II. Порожденіе и тлѣніе происходятъ только между противоположностями.

III. Движеніе *противоположностей противоположно*.

IV. Небесныя движенія суть круговыя.

V. Круговыя движенія не имѣютъ противоположныхъ.

α. Потому что есть только три рода простыхъ движеній: 1) Къ центру; 2) вокругъ центра; 3) отъ центра.

β. Изъ трехъ вещей только одна можетъ быть противоположна другой.

γ. Но движеніе къ центру противоположно движенію отъ центра.

δ. Слѣдовательно движеніе вокругъ центра, т. е. круговое, не имѣетъ противоположнаго.

VI. Слѣдовательно небесное движеніе не имѣетъ противоположнаго,—слѣдовательно между небесными предметами нѣтъ противоположнаго,—слѣдовательно небеса вѣчны, неподвижны, нетлѣнны и т. д.

Исходя изъ неопредѣленныхъ словъ и произвольныхъ понятій, путемъ послѣдовательныхъ умозаключеній можно вывести, конечно, что угодно. Впрочемъ, необходимо оговориться, что самъ Аристотель менѣе всего виноватъ въ томъ, во что потомъ обратили его ученіе слишкомъ невѣжественные и фанатичные послѣдователи.

Пиѳагоръ, Аристархъ Самосскій и др., какъ упомянуто, имѣли правильное понятіе объ устройствѣ солнечной системы и о подчиненномъ положеніи въ ней нашей планеты—Земли. Но наряду съ этимъ такіе гиганты астрономической науки, какъ Гиппархъ и въ особенности его продолжатель Птоломей (или Птолемей, 2-й вѣкъ по Р. Х.), все же оставили Землю неподвижной и сдѣлали ее центромъ вселенной. Обаяніе же и авторитетъ этихъ великихъ мыслителей своего времени были слишкомъ велики, а ошибки ихъ слишкомъ соотвѣтствовали поверхностной наблюдательности обыкновеннаго ума, чтобы не отодвинуть сначала въ тѣнь ученіе Аристарха, а затѣмъ и совершенно стереть его на долгое время съ людской памяти.

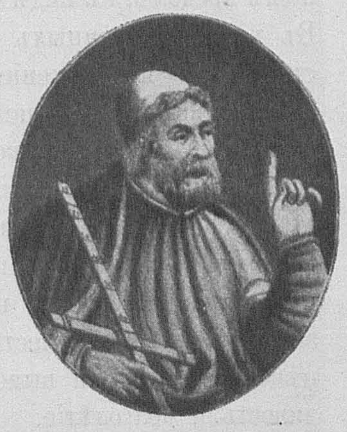


Рис. 3. Птоломей, какъ онъ чаще всего изображается.

Все, казалось, говорило въ пользу ученія Птоломея о неподвижности Земли: и авторитетъ великаго Аристотеля, и то, что свое ученіе Птоломею удалось облечь въ стройную и математически изящную *систему*, свидѣтельствующую о великой геометрической изобрѣтательности ея автора. А ничто такъ не прельщало и не прельщаетъ до сихъ поръ умъ, какъ именно «система», позволяющая однимъ взглядомъ охватить и сразу будто бы просто объяснить все многообразіе окружающихъ насъ сложныхъ явленій.

Какъ бы то ни было, но то главное, что могло непосредственно и тотчасъ направить астрономію дальше по пути правильнаго развитія, что могло внушить человѣку надлежащее понятіе о мірозданіи, т. е. ученіе о движеніи и подчиненной роли Земли, не было, въ сущности, разработано древними астрономами. Напротивъ, всѣ силы своихъ огромныхъ талантовъ и математическихъ знаній они употребили на то, чтобы, удержавъ Землю въ *неподвижности*, всетаки объяснять съ помощью всякихъ ухищреній всѣ видимыя движенія свѣтилъ на сводѣ небесномъ. Знаменитый же въ лѣтописяхъ астрономіи Птоломей, какъ мы только что отмѣтили, успѣлъ въ этомъ. И, къ сожалѣнію, успѣлъ настолько хорошо, что задержалъ развитіе человѣчества въ познаніи природы на цѣлыхъ полторы тысячи лѣтъ.

Вотъ, если съ этой послѣдней точки зрѣнія посмотрѣть на наслѣдіе древнихъ въ исторіи развитія астрономіи, то не покажутся ли намъ, безпристрастно говоря, ихъ заслуги малыми сравнительно съ принесеннымъ вредомъ, въ видѣ хотя бы этой пресловутой «Птоломеевой системы». Въ хитрыхъ, темныхъ и извилистыхъ лабиринтахъ дворца этой «системы» въ продолженіе полуторы тысячи лѣтъ были запрятаны отъ людей добытыя раньше истины. Чтобы двинуться далѣе, человѣчеству пришлось въ концѣ концовъ разрушить все зданіе этой системы до основанія. А когда Кеплеру приходилось выводить свои великіе законы, ставшіе основой нынѣшней астрономіи, то, какъ увидимъ, ему помогли не древніе, а наблюденія его современника Тихо Браге... Но остановимся еще нѣсколько на созданіи Птоломея, на этомъ многовѣковомъ заблужденіи человѣчества. Быть можетъ, намъ удастся при этомъ до нѣкоторой степени выяснить, что придавало этой системѣ такую устойчивость и долголѣтіе.

Птоломеева система! Что это такое, какъ не попытка сильнаго ума обосновать и увѣковѣчить наивное и самолюбивое мнѣніе народа-младенца о себѣ, какъ о «царѣ» вселенной и главной цѣли мірозданія?

На зарѣ пробуждающейся умственной жизни, отчасти по невѣжеству и наивности, отчасти вслѣдствіе чувства избытка молодыхъ силъ, человѣку, пожалуй, было свойственно вообразить себя царемъ и владыкой Земли, а Земля, *имѣвшая счастье* носить на себѣ этого царя и владыку, была, конечно, *поставлена въ центрѣ вселенной*. Земля считалась самымъ важнымъ изъ всѣхъ міровыхъ тѣлъ. Для нея и вокругъ нея двигались *и свѣтили* Солнце и Луна; для нея, ради нея и вокругъ нея двигались *по кругамъ неисчислимыя* звѣзды и извѣстныя древнимъ *планеты*, прикрѣпленныя къ хрустальнымъ *сферамъ* (шарамъ).

Итакъ, въ центрѣ вселенной *Клавдій Птоломей* помѣстилъ и укрѣпилъ неподвижно Землю. Затѣмъ вокругъ Земли шли *сферы* свѣтилъ:

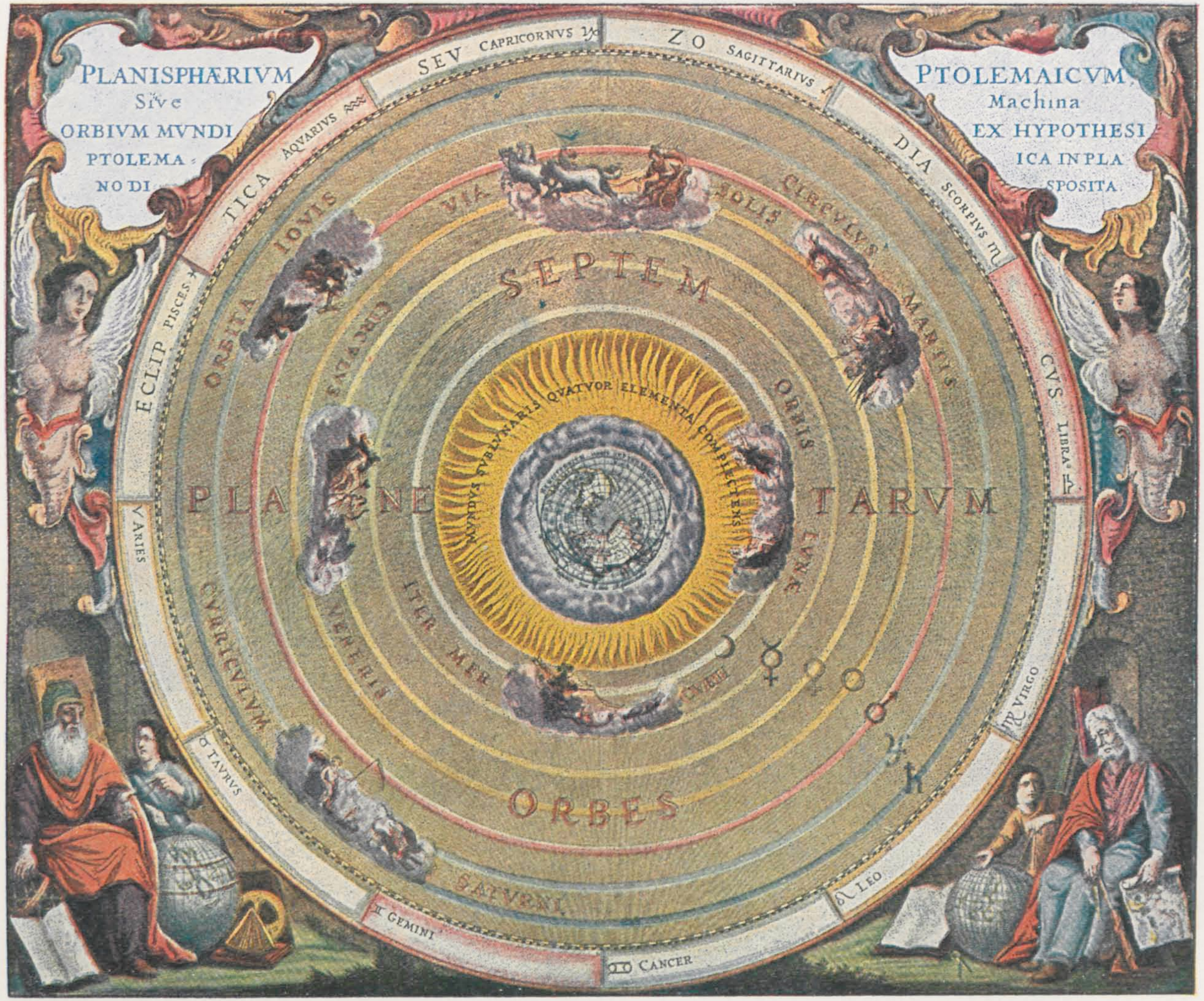

PLANISPHÆRIVM
Sive
ORBIVM MVNDI
PTOLEMA:
NODI
PTOLEMAICVM
Machina
EX HYPOTHESI
ICA IN PLA
SPOSITA
SEV CAPRICORNVS
ZO SAGITTARIVS
DIA SCORPIVS
CVS LIBRA
VIRGO
LEO
CANCER
GEMINI
TAVRVS
ARIES
ECLIP PISCES
TICA AQVARIVS
SEPTEM
PLANETARVM
ORBES
MVNDVS SVBLVNARIS QVATVOR ELEMENTA COMPLECTENS
ORBITA IOVIS
VIA SOLIS
CIRCVLVS MARTIS
ORBIS LVNÆ
CIRCVLVS
ITER MER
CVRRICVLVM VENERIS
SATVRNI

Рис. 4. Старинное изображеніе системы міра Птоломея.

Въ центрѣ—Земля, окруженная четырьмя элементами. (Аристотелевскія стихіи: «земля», вода, воздухъ и огонь). Затѣмъ слѣдуетъ семь круговъ тогдашнихъ планетъ, т.-е. Луны, Меркурія, Венеры, Солнца, Марса, Юпитера и Сатурна. Наконецъ зодіакъ, или кругъ звѣрей.

Изъ сочиненія Андрея Целлярія „Harmonia Macrocosmica“ 1660 года.

Луны, Меркурія, Венеры, Солнца, Марса, Юпитера и Сатурна; восьмая сфера заключала въ себѣ «неподвижныя» относительно другъ друга звѣзды и завѣдывала ихъ общимъ движеніемъ. Но для объясненія всѣхъ видимыхъ движеній свѣтилъ восьми сферъ оказалось недостаточно. Пришлось прибавить еще три болѣе обширныхъ сферы, изъ которыхъ самая крайняя (primum mobile) устраивала дѣло такъ, чтобы всѣ безъ исключенія міровыя тѣла обращались вокругъ Земли въ 24 часа (См. рисунокъ 4-й).

Земля обратилась въ родъ драгоцѣннаго камня, заключеннаго въ одиннадцать хрустальныхъ круглыхъ коробокъ-сферъ, и все это для того, чтобы служить и повиноваться драгоцѣнности изъ драгоцѣнностей вселенной—«могущественному» владыкѣ, человѣку! Вселенная, по понятіямъ Птоломея, а за нимъ и человѣчества, въ продолженіе чуть ли не полуторы тысячи лѣтъ, была обширна, но конечна, а одиннадцать сферъ довольно просто сначала объясняли видимое движеніе небесныхъ тѣлъ.

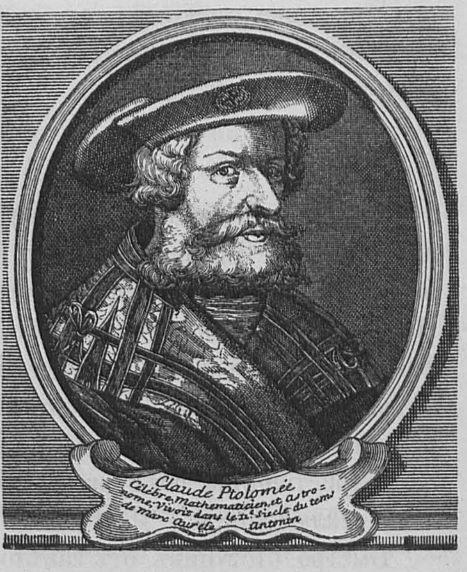

Claude Ptolomée
Célèbre, Mathematicien, et astro=
nome, Vivoit dans le II.e Siecle du tems
de Marc Aurele Antonin

Рис. 5. Предполагаемый портретъ Птоломея. (По старинной гравюрѣ).

Впрочемъ скоро дѣло оказалось не столь простымъ. «Блуждающія» по небу свѣтила (планеты) никакъ не хотѣли ходить просто по большимъ кругамъ своихъ сферъ, а дѣлали остановки, повороты, петли. Пришлось для объясненія этого къ главнымъ большимъ кругамъ (деферентамъ) прибавить еще дополнительные малые круги и громоздить ихъ другъ на друга. Пришлось создать сложную *теорію эпицикловъ*. Центры однихъ круговъ вращались по другимъ кругамъ, эти другіе по третьимъ и т. д. «Циклъ на эпициклѣ, орбита на орбитѣ»... Какъ только накоплявшіяся наблюденія доказывали, что существующихъ круговъ недостаточно для объясненія движеній какого-либо свѣтила, немедленно добавлялся гдѣ-либо новый кругъ, поправляющій дѣло и согласующій результаты теоріи и практическихъ наблюденій. Какую, если можно такъ выразиться, «бездну» математической изобрѣтательности и искусства проявили при этомъ Птоломей и его послѣдователи, — легко себѣ представить. И надо отдать имъ справедливость,—способомъ этихъ эпицикловъ они съ достаточной для тѣхъ временъ точностью умѣли согласовать теорію съ практикой. Это тоже служило одной изъ причинъ, поддерживающихъ систему Птоломея.

Съ теченіемъ времени пришлось, однако, ради стремленія во что бы то ни стало удержать Землю въ покоѣ, поступиться нѣсколько ея центральнымъ положеніемъ. Земля была отодвинута нѣсколько въ сторону отъ центра обращающихся около нея сферъ. Но и это (опять-таки съ теченіемъ временъ и накопленіемъ наблюденій) приводило къ такимъ сложнымъ, запутаннымъ и темнымъ построеніямъ для объясненія видимаго движенія небесныхъ свѣтилъ, что человѣкъ, обладавшій дѣйствительно здравымъ умомъ и логикой, терялъ голову.

— Если бы Зодчій вселенной спросилъ совѣта у меня, я предложилъ бы ему гораздо болѣе простую систему, чѣмъ Птоломеева! — невольно вырвалось у короля Альфонса X Кастильскаго (1223—1284).

Эти слова стоили королю, любителю астрономіи, короны, потому что тогдашнее духовенство систему Птоломея возвело прямо-таки въ религіозной догматъ.

Нѣтъ никакого сомнѣнія, что до болѣе «простой системы» додумались бы въ Европѣ гораздо раньше Альфонса X, если бы дѣло научнаго изслѣдованія шло своимъ свободнымъ, естественнымъ путемъ. Но въ исторію европейской науки вмѣшался другой могущественный факторъ, задержавшій ея развитіе по крайней мѣрѣ на полторы тысячи лѣтъ. Факторъ этотъ — паденіе греко-римской гражданственности и культуры и водвореніе на ихъ развалинахъ, начиная съ Константина Великаго, христіанства, объявившаго безпощадную борьбу всему «языческому» безъ исключенія.

Быстро отступивъ отъ завѣтовъ Христа, средневѣковая католическая церковь, сдѣлавшись господствующей, прежде всего развила могущественную *іерархію*, всѣми силами поддерживающую фанатизмъ незнанія и невѣжество, которое такъ легко, къ сожалѣнію, и безъ посторонней помощи удерживается среди людей. Уже одинъ изъ первыхъ отцовъ церкви Евсевій (въ IV-мъ вѣкѣ по Р. Хр.) писалъ: «Не по невѣжеству ставили мы низко науки, но изъ презрѣнія къ ихъ совершенной безполезности. Мы же хотимъ обратить нашу душу къ лучшимъ вещамъ»... И вотъ въ 391 г. фанатики-христіане, предводимые архіепископомъ Теофиломъ, сожгли въ Египтѣ, въ Александріи, знаменитѣйшую библіотеку, сокровищницу знанія древнихъ, содержавшую 700 000 *томовъ и пергаментныхъ* свитковъ. Тамъ же, по наущенію патріарха Кирилла, они убили въ 415 году знаменитую *Ипатію*, прославившуюся красотой, чистотой души и ученостью. На церковныхъ *соборахъ* въ Турѣ (1163 г.) и въ Парижѣ (1231 г.) «грѣховное чтеніе сочиненій по физикѣ» было воспрещено. Папа Бонифацій VIII (конецъ XIII и начало XIV в., ум. въ 1303 г.) воспретилъ врачамъ и студентамъ препарированіе человѣческихъ труповъ, ссылаясь на воскресеніе изъ мертвыхъ, а папа Іоаннъ XXII буллой воспретилъ изученіе химіи (въ 1317 г.). Преслѣдованіе въ теченіе вѣковъ всякаго стремленія къ знанію и наукѣ превратилось прямо-таки въ нравственное заболѣваніе, овладѣвшее всей христіанской Европой.

Для свободы человѣческой мысли, для духовнаго творчества наступили тяжелыя времена. Въ біографическомъ очеркѣ о жизни и трудахъ Галилея Е. А. Предтеченскій обрисовываетъ культурное состояніе средневѣковой Европы слѣдующими краснорѣчивыми штрихами:

«Религіозный фанатизмъ, нашедшій себѣ вѣрнаго союзника въ средневѣковомъ варварствѣ, грозной и темной тучей надвинувшійся со всѣхъ сторонъ на яркій свѣточъ науки и знанія, горѣвшій въ одномъ маленькомъ уголкѣ, на самомъ краю старой Европы и еще болѣе старой Африки, безъ труда погасилъ сіявшій отсюда свѣтъ разума, объявилъ безуміемъ «мудрость міра сего» и наложилъ оковы на умъ человѣческій. Въ шестомъ вѣкѣ окончательно умолкаютъ послѣдніе представители греческой научной мысли и философіи; торжествующій фанатизмъ стремится искоренить самое воспоминаніе о славномъ прошломъ, истребляя писанія величайшихъ геніевъ древности, чтобы сдѣлать невозможнымъ возвращеніе къ старому. При Ѳеодосіи Великомъ былъ разоренъ и сожженъ въ Александріи храмъ Сераписа, божества, служившаго олицетвореніемъ научнаго пантеизма и благоговѣнія предъ тайнами природы; въ то же время была истреблена и богатѣйшая въ мірѣ библіотека, находившаяся въ этомъ храмѣ и содержавшая въ себѣ умственныя сокровища, собранныя со всего міра. Несчастная Ипатія, дочь математика Теона, объяснявшая на своихъ урокахъ великихъ геометровъ древности: Евклида, Архимеда и Аполлонія, растерзанная христіанскимъ населеніемъ Александріи въ 415 году, олицетворила собою какъ бы закланіе всей древней науки и философіи на алтарѣ новаго божества. Греческая наука и философія, родившаяся, по прекрасному выраженію Дрэпера, подъ сѣнью пирамидъ и долго странствовавшая по берегамъ Средиземнаго моря, вновь возвратилась на свою родину, чтобы умереть подъ тою же сѣнью пирамидъ. Этими печальными, полными высокаго трагизма явленіями заканчивались и вѣка комментаторовъ, поддерживавшихъ еще священный огонь науки и знанія, завѣщанный намъ древнимъ міромъ, и передававшихъ его не христіанству, проклинавшему тогда мудрость міра сего, а мусульманству и арабамъ, какъ бы для того только и выступившимъ на сцену исторіи, чтобы не дать погибнуть безслѣдно лучшимъ плодамъ эллинской цивилизаціи. Изъ городовъ божественной Эллады и изъ послѣдняго своего фокуса— Александріи наука перекочевала на далекія окраины міра—въ Дамаскъ, Багдадъ, Севилью, Гренаду, становившіеся постепенно центрами образованности, учености и храненія научныхъ преданій. Между тѣмъ вся христіанская Европа, казалось, заснула въ страшномъ кошмарѣ, окутанная густымъ и непроницаемымъ мракомъ, надъ которымъ по временамъ взвивались то тамъ, то здѣсь лишь огненные языки костровъ инквизиціи, освѣщая зловѣщимъ заревомъ христіанскій міръ и наполняя его удушливымъ смрадомъ изувѣрства и человѣческаго безумія. До какой степени тяготѣлъ этотъ мракъ даже надъ передовыми умами, видно изъ того, что ученый синклитъ Французской Коллегіи (Collège de France), въ 1534 году, т. е. за 30 лѣтъ только до рожденія Галилея, отказался ввести у себя преподаваніе *Началъ* Евклида, находя это сочиненіе «пустымъ и не заключающимъ въ себѣ ничего путнаго!»

Начавшая постепенно проникать въ христіанскій міръ арабская ученость, а вмѣстѣ съ нею и ея источники, творенія Аристотеля и Птоломея, пользовавшіяся наибольшею популярностью у арабовъ, на первыхъ порахъ вовсе не приносила здѣсь добрыхъ плодовъ. Христіанскій умъ полуварварской Европы, воспитывавшійся столько вѣковъ въ слѣпомъ подчиненіи авторитету, не смѣвшій имѣть свое сужденіе, смотрѣлъ и на писателей научныхъ тѣми же глазами, какъ на Библію и отцовъ церкви, принимая безпрекословно содержавшіеся тамъ факты, не допуская даже и мысли о томъ, что изложенное здѣсь подлежитъ провѣркѣ, критикѣ и дальнѣйшему развитію. Эллинскій геній въ этихъ писаніяхъ оказался столь могучимъ, что новые ученики были совершенно подавлены имъ и могли лишь преклоняться, падая предъ нимъ во прахъ, тѣмъ болѣе, что они къ этому такъ привыкли. Аристотель, обезображенный и искаженный невѣжественнымъ толкованіемъ, становится авторитетомъ по всѣмъ научнымъ вопросамъ, и противорѣчіе его мнѣніямъ скоро дѣлается столь же опаснымъ, какъ и несогласіе со Св. Писаніемъ. Въ области астрономіи такимъ же слишкомъ плохо иногда понимаемымъ, но непоколебимымъ авторитетомъ является Птоломей.

Возникшая такимъ образомъ въ христіанствѣ ученость сводилась исключительно къ заучиванію наизусть избранныхъ отрывковъ изъ этихъ авторовъ и къ разсужденію о томъ, какъ понимать тѣ или другія мѣста, при чемъ постоянно старались «читать между строками» и вычитывали то, чего въ этихъ сочиненіяхъ вовсе не было, находя вездѣ таинственный, мистическій смыслъ. Словомъ, Аристотель былъ совершенно не понятъ, и къ изученію природы былъ приложенъ тотъ же методъ, какимъ изучалось Писаніе. Предметомъ изученія сдѣлались не факты и явленія, описываемые и объясняемые Аристотелемъ, а самъ Аристотель. Все содержавшееся въ немъ считалось какъ бы божественнымъ откровеніемъ возможнаго для человѣка знанія, которое въ большей или меньшей степени можно пріобрѣсти прилежнымъ изученіемъ великаго философа; другихъ же путей и способовъ для этого не только нѣтъ, но и не можетъ быть. Примѣры такого метода мы видимъ еще и теперь въ современномъ намъ школьномъ догматизмѣ, въ мусульманской и правовѣрно-еврейской учености, видящихъ въ изученіи корана или талмуда альфу и омегу человѣческаго познанія.

Такое изученіе Аристотеля нисколько не препятствовало человѣческой мысли попрежнему витать въ фантастическомъ мірѣ, совершенно не замѣчая міра дѣйствительнаго. Всѣ усилія тогдашней академической учености были направлены къ тому, чтобы не дать мысли выйти изъ тѣсныхъ рамокъ, поставленныхъ для нея авторитетомъ церкви и избранныхъ древнихъ философовъ, на которыхъ скоро начали смотрѣть, какъ на опору теологическихъ мнѣній.

«Это была духовная зараза вѣрой въ колдовство»,—говоритъ по поводу описываемыхъ временъ профессоръ Додель.—Зараза, въ силу которой, напр., въ 1659 году въ одномъ только епископствѣ Бамберга были сожжены живыми 1200 чел., а въ архіепископствѣ Трира 6500 человѣкъ. Швейцарія также не уцѣлѣла отъ этой болѣзни. Въ Люцернѣ въ 1652 г. сожгли живой 85-ти-лѣтнюю женщину послѣ того, какъ довели до сознанія пытками и подвергли самымъ утонченнымъ мученіямъ. Въ томъ же году Катерина Шмидле, «маленькая дѣвочка 11 лѣтъ, за дѣланіе птицъ, такъ какъ нельзя было ожидать исправленія, была задушена въ башнѣ безъ оглашенія, потомъ засунута въ мѣшокъ и сожжена»,—такъ сообщаетъ протоколъ.

«Такъ же записано въ Люцернской башенной книгѣ 1659 г.: «Человѣчекъ 7 лѣтъ, по имени Катринли, за непризнаніе Бога былъ удушенъ въ башнѣ на полу и затѣмъ сожженъ на верховномъ судилищѣ»....

Зараза такъ глубоко проникала въ духовную жизнь христіанскаго Запада, что даже послѣ Реформаціи въ высшихъ лютеранскихъ школахъ любовь къ природѣ принималась за признакъ общенія съ сатаной. Въ 1555 году по настоянію Кальвина былъ сожженъ въ Женевѣ за «ересь» знаменитый ученый Михаилъ Серветъ, знавшій о существованіи кровообращенія раньше Гарвея. Одно ученое сочиненіе, представленное въ 1644 г. въ высшую школу въ Тюбингенѣ для полученія ученой степени, говоритъ объ «общеніи съ подозрительными вещами»—именно «общеніи съ природой»—и указываетъ на науку объ явленіяхъ природы, какъ на знаніе, не подобающее христіанину...

Приведенныя краткія историческія справки лучше всего помогутъ читателю уяснить, какимъ запасомъ непреклоннаго убѣжденія, смѣлости и героизма необходимо было въ тѣ времена обладать человѣку, чтобы выступить со свободной критикой господствующихъ ученій или пробовать направить знаніе на новые пути. Переносясь мыслью въ эту страшную эпоху ожесточенной религіозной борьбы и свирѣпыхъ гоненій на всякое проявленіе свободнаго творчества человѣческаго духа, не о научныхъ заслугахъ или открытіяхъ, а о великихъ *подвигахъ* великихъ и безстрашныхъ людей приходится говорить.

Мало—обладать истиной. Необходимо еще сдѣлать ее убѣдительной и общедоступной, необходимо имѣть мужество открыто ее высказывать и исповѣдывать, не боясь гоненій и всевозможныхъ лишеній,—вплоть до лишенія жизни. Не о научныхъ *заслугахъ* только, повторяемъ, а о *подвигахъ* въ самомъ высокомъ и благородномъ значеніи этого слова напоминаютъ намъ великія имена Коперника, Джіордано Бруно, Галилея, Кеплера и др. И во главѣ списка всѣхъ этихъ именъ прежде всего необходимо поставить безсмертнаго славянина *Николая Коперника*.

Впрочемъ, въ видахъ исторической справедливости, въ исторіи европейской научной мысли безусловно необходимо остановиться иа изумительной личности *Леонардо да Винчи* (1452—1519). У самаго порога *Эпохи Возрожденія* стоитъ его загадочная и величавая тѣнь, грозя затемнить нынѣ всѣхъ остальныхъ людей тогдашней науки въ смыслѣ предвосхищенія и всесторонности знаній. Широкой публикѣ Леонардо да Винчи извѣстенъ болѣе всего, какъ великій художникъ-живописецъ, въ частности — творецъ «Тайной Вечери», находящейся въ трапезной монастыря Maria delle Grazie (въ Миланѣ). Но помимо картинъ и статуй отъ Леонардо да Винчи осталось огромное количество рукописей,—тетрадей, дневниковъ, черновыхъ набросковъ, замѣтокъ и т. д. Часть этихъ писаній затеряна, часть сохранилась до нашихъ дней и сдѣлалась предметомъ изученія ученыхъ только самаго послѣдняго времени. Въ разработкѣ и изданіи оставленнаго великимъ человѣкомъ наслѣдія принялъ участіе и нашъ соотечественникъ Ѳ. В. Сабашниковъ, изданія котораго вполнѣ достойны имени великаго «учителя».

Научное наслѣдіе Леонардо оказывается не только огромно, но для своего времени и драгоцѣнно. Кажется, что проникновенію и разносторонности этого генія не было предѣловъ. Не только въ живописи, но и въ скульптурѣ, архитектурѣ, въ инженерномъ искусствѣ и музыкѣ онъ является полнымъ хозяиномъ. Въ наукѣ же Леонардо да Винчи совершенно отрѣшается отъ Аристотелевской схоластики и вноситъ правильный методъ познаванія природы. Въ настоящее время

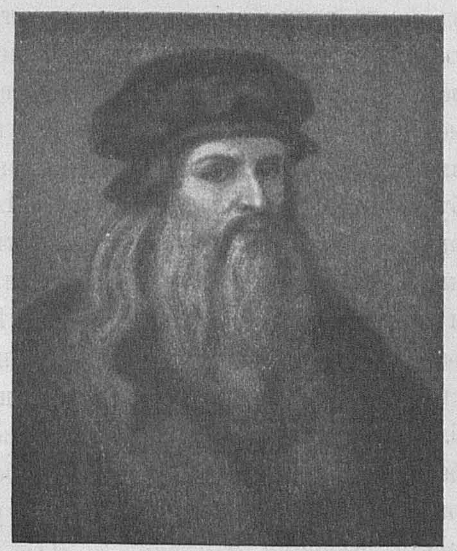


Рис. 6. Леонардо да Винчи.

извѣстно, что онъ занимался между прочимъ: изслѣдованіями о движеніи воды, анатоміей, ученіемъ о движеніи членовъ человѣческаго тѣла, наблюденіями надъ полетомъ птицъ. Онъ же изобрѣлъ парашютъ и изобрѣталъ летательную машину тяжелѣе воздуха. Онъ изобрѣлъ камеру-обскуру раньше Баптиста Порты, зналъ воздушную перспективу, свойства цвѣтныхъ тѣней, устройство глаза; имѣлъ ясное понятіе о дыханіи и горѣніи, высказалъ одну изъ величайшихъ гипотезъ *геологіи* (исторія земли) — гипотезу о поднятіи материковъ и вѣрно понималъ годовое движеніе Земли около Солнца... Судя по рукописямъ, Леонардо да Винчи имѣлъ весьма значительныя механическія представленія, приписываемыя обыкновенно позднѣйшему времени. Леонардо зналъ законъ движенія по наклонной плоскости и имѣлъ вѣрныя представленія о законѣ возрастанія скорости при свободномъ паденіи тѣлъ. Онъ зналъ также законы тренія и писалъ о свойствахъ машинъ. Онъ задолго до Бэкона Веруламскаго высказалъ истину, что опытъ и наблюденіе должны служить основаніемъ всякихъ научныхъ разсужденій; онъ же указалъ на громадное значеніе математики въ дѣлѣ изученія природы. Вотъ что говоритъ профессоръ и философъ Дюрингъ о воззрѣніяхъ да Винчи на методъ изученія природы: «То, что онъ высказываетъ объ отношеніи опыта къ умозрительному изслѣдованію, даетъ правильную оцѣнку перваго и указываетъ истинное значеніе послѣдняго. Онъ настолько же хорошо понималъ необходимость наблюденія и опыта, насколько и значеніе раціональныхъ выводовъ. Въ этомъ отношеніи его краткія изреченія о методѣ оказываются гораздо вѣрнѣе того, что позднѣйшіе философы, и преимущественно Бэконъ Веруламскій, смогли изложить въ обширныхъ произведеніяхъ. Эти методически правильныя воззрѣнія, помимо ихъ общаго значенія, имѣютъ особенное значеніе для механики. Лишь имѣя въ своемъ распоряженіи правильныя основныя положенія о методахъ изслѣдованія, удалось впослѣдствіи Галилею положить прочныя основанія новой физики. То, что Леонардо въ 15-мъ столѣтіи не только принялъ мѣриломъ правильнаго изслѣдованія, но, что еще важнѣе, и примѣнилъ въ собственныхъ работахъ, вполнѣ согласуется съ точнѣйшимъ понятіемъ, какое только можно дать въ наше время о какихъ угодно требованіяхъ основательнаго математическаго и экспериментальнаго метода изслѣдованія. Въ ходѣ познаванія далъ онъ, правда, первенствующую роль наблюденію и опыту, но съ другой стороны онъ зналъ цѣну свободнаго полета фантазіи и вмѣстѣ съ тѣмъ отлично сознавалъ, что точное знаніе неизбѣжно требуетъ примѣнія математики». «Изреченіе Леонардо, продолжаетъ Дюрингъ, объ отношеніи механики къ математикѣ можно считать типичнымъ въ отношеніи указанія роли, какую играло приложеніе древней и новой математики къ механикѣ». «Механика, говоритъ онъ, есть рай математическихъ наукъ, ибо въ ней находимъ плоды математическаго знанія». И дѣйствительно, плоды античной математики самымъ блестящимъ образомъ обнаружились въ новѣйшей механикѣ, и особенно въ новѣйшей механикѣ небесныхъ тѣлъ». Говоря о значеніи работъ Кеплера, давшихъ Ньютону ключъ къ открытію закона тяготѣнія, Дюрингъ замѣчаетъ: «Отъ Леонардо едва ли ускользнули бы плоды этихъ законовъ (т. е. законовъ Кеплера), если бы онъ, подобно Галилею, былъ современникомъ Кеплера: въ такой высокой мѣрѣ качества его ума находились въ соотвѣтствіи какъ съ механически реальною, такъ и съ умозрительною стороною предмета. Кеплеръ со своею подчасъ черезчуръ смѣлою фантазіею былъ бы ему вполнѣ понятенъ и, можно думать, нашелъ бы въ немъ человѣка, который предвосхитилъ бы у Ньютона его великое открытіе».

Таковъ былъ этотъ удивительнѣйшій человѣкъ, передъ колоссальной умственной мощью котораго останавливаешься съ невольнымъ благоговѣніемъ, и однако... Научные труды и открытія Леонардо для его современниковъ прошли безъ пользы и почти безъ слѣда. По странной ли прихоти, по капризу ли генія, но всѣ свои открытія онъ хранилъ въ тайнѣ—про себя—или довѣрялъ только самому ограниченному кружку учениковъ, которые врядъ ли могли по достоинству оцѣнить учителя. А быть можетъ и то, что великій человѣкъ прекрасно сознавалъ, что по обстоятельствамъ времени и обстановки идти съ открытой проповѣдью своихъ ученій значило бы идти на вѣрныя гоненія и даже смерть. Жизнь же его и безъ того была не легка и исполнена скитаній. Насколько Леонардо сознавалъ значеніе своихъ работъ, ясно изъ его усилій создать собственную *Академію*, гдѣ онъ надѣялся привить свои взгляды и методы въ искусствѣ и наукѣ. Но обстоятельства вскорѣ забросили его на чужбину, во Францію, гдѣ и угасъ этотъ великій, хотя и весьма цѣнимый современниками, не все еще не оцѣненный, какъ слѣдуетъ, человѣкъ. Оставшіяся послѣ него рукописи частью были растеряны, частью попали въ различныя книгохранилища, гдѣ, снѣдаемыя архивною пылью, ждали 19-го и 20-го столѣтій, чтобы проявить изумленному человѣчеству всю бездну разсѣянныхъ тамъ сокровищъ мысли. Склонимъ благоговѣйно голову и пройдемъ мимо... Плеяду же ученыхъ *подвижниковъ*, сыгравшихъ дѣйственную роль въ развитіи науки о Небѣ и Землѣ, приходится, какъ и всегда, начинать съ Николая Коперника, сына булочника, родившагося въ Торнѣ (восточная Пруссія) 19-го февраля (по старому стилю) 1473 года.

Въ дѣтствѣ основатель современной астрономіи учился древнимъ языкамъ въ небольшой школѣ родного города Торна. 18-ти лѣтъ онъ поступилъ въ Краковскій университетъ, гдѣ изучалъ медицину. Въ Вѣнѣ онъ изучалъ астрономію и затѣмъ пробылъ нѣсколько лѣтъ въ итальянскихъ университетахъ, главныхъ разсадникахъ тогдашней учености. Тридцати лѣтъ отъ-роду, въ 1502 году, онъ возвратился въ Краковъ и сдѣлался священникомъ, а съ 1510 года и до самой смерти состоялъ соборнымъ священникомъ (каноникомъ) во Фрауенбургѣ, маленькомъ городкѣ на берегу Вислы. Здѣсь онъ велъ тихую жизнь, раздѣляя свое время между обязанностями священника, посѣщеніемъ бѣдныхъ больныхъ, которымъ онъ помогалъ, благодаря знанію медицины, и размышленіями объ астрономическихъ вопросахъ. Онъ приносилъ посильную помощь жителямъ городка и въ другихъ отношеніяхъ. Фрауенбургъ стоитъ на горѣ, и жители его нуждались въ водѣ: Коперникъ построилъ водоподъемную машину, разливавшую воду по всѣмъ домамъ. По его проекту улучшена была чеканка монеты на сеймѣ въ Грудзіонзѣ въ 1521 г. Онъ жилъ скромно, занимая небольшое помѣщеніе при соборѣ, и тихо скончался 23 мая 1543 года.

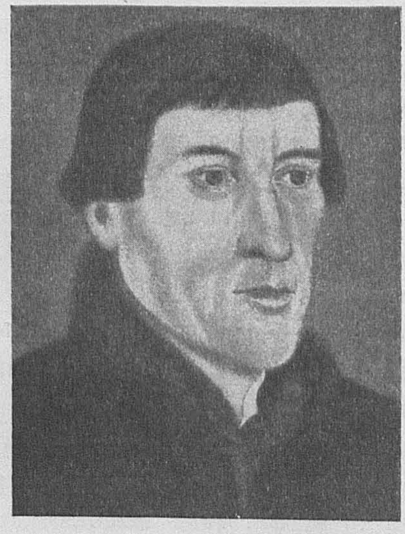


Рис. 7. Коперникъ.

Коперникъ въ рядахъ католическаго духовенства... Никто лучше, чѣмъ онъ, не могъ знать, чѣмъ грозила смѣлая попытка разрушить Птоломееву систему, разбить ея хрустальныя сферы, вывести Землю изъ незыблемаго покоя и, наконецъ, какъ выразился Тихо-Браге, «сорвать Солнце съ неба и утвердить его въ пространствѣ». И однако болѣе 30-ти лѣтъ своей жизни онъ посвящаетъ именно задачѣ правильнаго обоснованія взглядовъ на строеніе вселенной. Результатомъ многолѣтнихъ размышленій и наблюденій великаго человѣка было напечатанное въ Нюренбергѣ на латинскомъ языкѣ сочиненіе подъ заглавіемъ «*Ни-*

колая Коперника изъ Торна шесть книгъ о круговыхъ движеніяхъ небесныхъ тѣлъ» (De revolutionibus orbium coelestium etc.). Со временемъ появленія этой книги обыкновенно связываютъ установленіе *геліоцентрической системы*, т. е. такой, гдѣ центральнымъ неподвижнымъ свѣтиломъ, около котораго вращаются всѣ извѣстныя планеты, въ томъ числѣ и наша Земля, принято Солнце (*геліосъ*—по-гречески). Остановимся на трудахъ Коперника нѣсколько подробнѣе.

Мы уже знаемъ, что по системѣ Птоломея въ центрѣ движенія всѣхъ окружающихъ насъ свѣтилъ предполагалась неподвижная Земля. Вокругъ Земли обращаются почти въ одной и той же плоскости по кругамъ семь свѣтилъ, названныхъ планетами, въ слѣдующемъ порядкѣ: *Луна, Меркурій, Венера, Солнце, Марсъ, Юпитеръ и Сатурнъ.* Затѣмъ слѣдуетъ такъ называемое небо неподвижныхъ звѣздъ, далѣе первый двигатель, наконецъ Эмпирей, жилище Бога и избранныхъ и т. д.

Коперникъ пришелъ къ заключенію, что размѣры разстоянія Земли отъ Солнца ничтожны въ сравненіи съ разстояніями до неподвижныхъ звѣздъ. Поэтому—невѣроятно допущеніе, чтобы около такой ничтожной пылинки обращалось все небо, со всѣми планетами и звѣздами. Неизмѣримо громадныя разстоянія звѣздъ отъ Земли (еслибы звѣзды дѣйствительно обращались около Земли въ 24 часа), заставляютъ приписать ихъ движеніямъ самую невѣроятную скорость. Затѣмъ, такъ же трудно объяснить себѣ, какимъ образомъ безчисленное множество звѣздъ, при такомъ движеніи, сохраняютъ неизмѣнно одно и то же взаимное положеніе, образуя, такъ сказать, неизмѣнную систему, вращающуюся безъ всякаго нарушенія порядка ея частей съ такою громадною быстротою. Почему, наконецъ, въ то время, какъ все небо движется, только одна Земля остается неподвижною? Вотъ вопросы, на которые Птоломеева система не давала никакого отвѣта. Но всѣ эти трудности исчезаютъ сами собой, какъ скоро мы допустимъ вращеніе Земли около ея оси въ 24 часа, въ направленіи съ запада къ востоку. Такъ какъ мы находимся на Землѣ и участвуемъ въ ея движеніи, котораго не замѣчаемъ, то намъ будетъ казаться, что весь небесный сводъ движется вокругъ Земли въ сторону противоположную. т.-е. съ востока на западъ. Допущеніемъ *суточнаго вращенія Земли* Коперникъ сразу устранилъ всѣ вышеуказанныя затрудненія.

Итакъ, прежде всего Коперникъ отвергъ предполагавшееся до него вращеніе кристальныхъ сферъ, къ которымъ были прикрѣплены звѣзды, и объявилъ, что суточное движеніе небеснаго свода есть *кажущееся явленіе*, зависящее отъ *дѣйствительнаго* обращенія Земли около оси въ тотъ же періодъ времени, т.-е. въ 24 часа, но въ противоположную сторону, т.-е. съ запада на востокъ. Слѣдовательно, явленіе движенія небеснаго свода подобно кажущемуся отступленію береговъ, которое мы наблюдаемъ, плывя въ лодкѣ по рѣкѣ и не замѣчая своего движенія.

Движеніе планетъ есть явленіе весьма сложное: планеты движутся то медленнѣе, то быстрѣе, то въ одну сторону, то, останавливаясь, мѣняютъ направленіе движенія, двигаясь назадъ. Ихъ путь на небѣ неровный, причудливый. Для объясненія этихъ странныхъ движеній придумана была теорія эпицикловъ, о которой мы упоминали выше и которая, несмотря на все искусство астрономовъ, не могла объяснить удовлетворительно всѣхъ наблюдаемыхъ явленій. Коперникъ сдѣлалъ второй смѣлый шагъ, отвергнувъ движеніе Солнца и планетъ вокругъ Земли. Взамѣнъ этой гипотезы, *онъ помѣстилъ Солнце неподвижно въ центрѣ планетныхъ движеній*, какъ сердце и очагъ всей системы. «Кто можетъ указать,—говоритъ онъ,—лучшее мѣсто столь блестящему свѣточу, озаряющему весь міръ? Подобно тому, какъ самую лучшую картину мы можемъ достойно оцѣнить, избравъ приличный пунктъ для ея созерцанія, такъ и для того, чтобы понять систему міра, нужно помѣститься мысленно въ ея центрѣ, который есть Солнце».

Принявъ неподвижность Солнца, онъ заставилъ Землю двигаться вокругъ этого центральнаго свѣтила, указавъ впервые Лунѣ роль земного спутника. Такимъ образомъ, нашъ земной шаръ утратилъ свою исключительную роль во вселенной. Онъ пересталъ быть центромъ и конечною цѣлью творенія: между нимъ и планетами нѣтъ никакой существенной разницы. Воззрѣніямъ тогдашняго человѣчества на мірозданіе,—воззрѣніямъ, освященнымъ вѣками и религіозными предразсудками, былъ нанесенъ неотразимый и смертельный ударъ.

Сочиненіе свое Коперникъ долго держалъ въ рукописи и не печаталъ, хотя довольно охотно дѣлился съ основными его положеніями съ современными ему учеными. Напечатать результаты трудовъ всей своей жизни Коперникъ рѣшился, лишь уступая настояніямъ своихъ друзей,—кульмскаго епископа и другихъ. Но сами друзья, хлопотавшіе объ изданіи книги, хорошо понимали, какія гоненія она можетъ навлечь на автора, а потому прибѣгли къ своего рода «отводу глазъ». Нѣкто Озіандеръ написалъ къ книгѣ предисловіе, гдѣ старается убѣдить, что ученіе великаго мыслителя не представляетъ никакой опасности для церкви и не противорѣчитъ ею установленнымъ положеніямъ, ибо можетъ разсматриваться только, какъ «гипотеза» и т. д... Впрочемъ, творецъ новой астрономіи лично самъ не принималъ участія въ этомъ своеобразномъ обезцѣниваніи и маскированіи собственной книги. Наоборотъ, книгу онъ посвятилъ папѣ Павлу III и въ посвященіи открыто нападаетъ на тупость тѣхъ, которые упорно защищаютъ ученіе о неподвижности и центральномъ положеніи Земли. «Я увѣренъ,—говоритъ онъ въ своемъ посвященіи,—что ученые и глубокіе математики одобрятъ мои изслѣдованія, если они, какъ слѣдуетъ истиннымъ философамъ, основательно разберутъ мои доказательства. Если пустые болтуны, безъ всякаго математическаго знанія, все же позволятъ себѣ сужденіе о моемъ сочиненіи, прибѣгая къ преднамѣренному искаженію какого-либо мѣста Св. Писанія, то я заранѣе объявляю имъ мое презрѣніе. О математическихъ истинахъ могутъ судить одни только математики». Приводимъ это посвященіе почти цѣликомъ, и вслѣдъ за нимъ извлеченіе изъ 10-й главы I книги («О расположеніи небесныхъ круговыхъ») знаменитаго сочиненія. Здѣсь Коперникъ въ общихъ чертахъ устанавливаетъ свою систему, поясненіе которой читатель найдетъ также на рисункѣ 8-мъ.

Посвященіе.—Святѣйшій отецъ! Я хорошо знаю, что нѣкоторые, какъ только провѣдаютъ, что я въ своихъ книгахъ приписываю земному шару движеніе, скажутъ, что меня нужно осудить за это. Но во мнѣ нѣтъ такого самодовольства, которое позволяло бы мнѣ не считаться съ мнѣніемъ другихъ. Размышляя о томъ, какъ на меня будутъ смотрѣть люди, которые считаютъ свое мнѣніе о неподвижности земного шара достаточно подтвержденнымъ многими вѣками, если я буду утверждать, что Земля движется—я долго не рѣшался издавать замѣтокъ, доказывающихъ это движеніе. Не лучше ли, казалось мнѣ, слѣдовать примѣру пиѳагорейцевъ, которые только устно сообщали тайны философіи и притомъ лишь своимъ роднымъ и друзьямъ? Зрѣло обсудивъ это, я уже почти рѣшился отложить въ сторону мой готовый трудъ, боясь, что новизна и кажущаяся нелѣпость моего мнѣнія вызовутъ ко мнѣ почти презрѣніе.

Но мои друзья уговаривали меня издать мою книгу, вылежавшую уже не только девять лѣтъ, но почти четырежды девять лѣтъ. То же самое требовали отъ меня и многіе ученые и знаменитые люди, настаивавшіе на томъ, что я не долженъ смущаться подобными мыслями, а, напротивъ, обязанъ принести свои труды на общую пользу математикамъ.

Но твое святѣйшество, вѣроятно, не только изумится тому, что я осмѣлился выпустить въ свѣтъ плоды столькихъ ночей труда, сколько тому, какимъ образомъ могла мнѣ придти мысль, что Земля движется, тогда какъ всѣ математики утверждали противное. Да и вообще, казалось, это было противъ здраваго человѣческаго смысла. Не скрою отъ твоего святѣйшества, что на размышленіе о другомъ способѣ вычисленія движеній небесныхъ тѣлъ меня навело исключительно разногласіе математиковъ по этому вопросу. Прежде всего у нихъ настолько плохо опредѣлены движенія Солнца и Луны, что они не могутъ опредѣлить величины полнаго года. Затѣмъ при установкѣ движеній какъ Солнца, Луны, такъ и движеній пяти планетъ, они не примѣняютъ ни одинаковыхъ основныхъ законовъ, ни выводятъ одинаковыхъ слѣдствій и не приводятъ одинаковыхъ доказательствъ. Одни пользуются только концентрическими кругами, другіе—эксцентрическими и эпициклическими, но и при всемъ этомъ они не могутъ доказать того, къ чему стремятся. А главнаго,—именно формы вселенной и симметріи ея частей,—они не могли ни отыскать, ни вычислить. Они дѣлаютъ то, что сдѣлали бы, еслибъ взяли изъ разныхъ картинъ руки, ноги, голову и другія части, даже прекрасно нарисованныя, но безъ необходимой пропорціональности, и сложили бы все это въ одинъ рисунокъ: получился бы, конечно, уродъ, а не человѣкъ.

Обдумавъ хорошенько всѣ неточности математическихъ данныхъ, я далъ себѣ трудъ снова перечитать всѣ книги философовъ, какія только могъ достать, чтобы узнать, не было ли въ прежнія времена какихъ-либо иныхъ взглядовъ на движеніе міровыхъ тѣлъ. Такимъ образомъ я вычиталъ сначала у Цицерона, что Никетъ предполагалъ, что Земля движется. Затѣмъ у Плутарха я тоже нашелъ указаніе, что нѣкоторые придерживались такого же мнѣнія.

Исходя изъ этого, и я сталъ размышлять о подвижности Земли и, несмотря на кажущуюся нелѣпость, я не переставалъ думать объ этомъ предметѣ, тѣмъ болѣе, что, какъ мнѣ было извѣстно, и другимъ до меня разрѣшалось принимать какія угодно предположенія для вывода звѣздныхъ явленій. Я считалъ, что и мнѣ позволительно сдѣлать попытку и посмотрѣть, не удастя ли мнѣ, допустивъ движеніе Земли, найти болѣе точные результаты относительно движенія по небеснымъ орбитамъ, чѣмъ тѣ, которые существовали до меня.

Допустивъ движенія Земли, описанныя ниже въ моемъ сочиненіи, я при помощи многочисленныхъ и долгихъ наблюденій нашелъ, что если движенія, допускаемыя относительно другихъ планетъ, допустить и относительно Земли, и предполагаемое движеніе Земли положить въ основу разсмотрѣнія движеній каждой изъ другихъ планетъ, то можно будетъ получить не только явленія, касающіяся движенія планетъ, и законы, относящіеся къ величинѣ свѣтилъ, формѣ и величинѣ ихъ орбитъ, но и весь небесный сводъ получитъ такую стройную связь, что въ немъ нельзя будетъ измѣнить ни одной части, не вызвавъ полнаго нарушенія этой связи во всѣхъ другихъ частяхъ и даже во всей вселенной. Я увѣренъ, что остроумные и ученые математики согласятся со мной, если только захотятъ основательно познакомиться и взвѣсить приводимыя мною доказательства. Но для того, чтобы и ученые, и обыкновенные смертные видѣли, что я не боюсь чьего бы то ни было суда, я предпочелъ охотнѣе посвятить плоды моихъ ночныхъ работъ твоему святѣйшеству, чѣмъ комулибо другому, потому что ты въ томъ заброшенномъ уголкѣ земного шара, гдѣ я тружусь, считаешься какъ по высотѣ сана, такъ и по любви къ наукамъ и къ математикѣ достославнѣйшимъ, и твоя оцѣнка, твое сужденіе легко можетъ закрыть рты клеветникамъ, несмотря даже на то, что, какъ гласитъ поговорка, противъ жала клеветы средства нѣтъ...

О расположеніи небесныхъ круговъ. Мнѣ кажется достойнымъ особеннаго вниманія то, что уже знали *Марціанъ Капелла*[1]) и другіе латиняне. Онъ считалъ, что Венера и Меркурій обращаются вокругъ Солнца, какъ вокругъ своего центра, и потому не могутъ удалиться отъ него дальше, чѣмъ это позволяютъ орбиты ихъ движенія, что эти планеты не обращаются вокругъ Земли, какъ другія, при этомъ орбита Меркурія помѣщается внутри орбиты Венеры, и онѣ находятъ въ ней, какъ вдвое большей, достаточно мѣста. Если воспользоваться этимъ и принять для Сатурна, Юпитера и Марса тотъ же центръ, обративъ при этомъ вниманіе на большое протяженіе ихъ орбитъ, окружающихъ не только орбиту Меркурія и Венеры, но и путь Земли,—то этимъ можно объяснить правильность ихъ движеній. Дѣйствительно, извѣстно, что Сатурнъ, Юпитеръ и Марсъ всегда ближе всего къ Землѣ въ то время, когда они *восходятъ вечеромъ*, т. е. когда вступаютъ въ оппозицію (противостояніе) съ Солнцемъ, иначе говоря, когда Земля стоитъ между ними и Солнцемъ. Дальше же всего они находятся отъ Земли, когда они *заходятъ вечеромъ*, т. е. когда между ними и Землею стоитъ Солнце. Это служитъ доказательствомъ того, что центръ ихъ обращенія—Солнце, служащее центромъ и для орбитъ Венеры и Меркурія. И такъ какъ всѣ названныя планеты имѣютъ одинъ центръ, то необходимо, чтобы въ пространствѣ, которое остается между Венерою и Марсомъ свободнымъ, помѣщалась орбита Земли, сопровождаемой спутникомъ Луною и всѣмъ подлуннымъ міромъ. Дѣйствительно, Луна, стоящая безспорно всего ближе къ Землѣ, никакъ не можетъ быть отдѣлена отъ нея, уже даже по одному тому, что въ этомъ пространствѣ для нея достаточно мѣста. Поэтому мы не боимся утверждать, что все то, что охватываетъ собою сфера вращенія Луны, вмѣстѣ съ центромъ этой сферы Землею, описываетъ между планетами вокругъ Солнца въ теченіе года тотъ большой кругъ, въ центрѣ котораго помѣщается центръ вселенной, т. е. неподвижно покоющееся Солнце; и все, что прежде объясняли движеніемъ Солнца, можно объяснить движеніемъ Земли. Но окружность міра такъ велика, что разстояніе Земли отъ Солнца, хотя имѣетъ относительно другихъ планетныхъ орбитъ замѣтное протяженіе, по отношенію къ сферѣ неподвижныхъ звѣздъ можетъ считаться безконечно ничтожнымъ. Я нахожу, что такое объясненіе гораздо болѣе понятно, чѣмъ объясненіе, при которомъ нашъ умъ долженъ допустить безконечное количество круговъ, къ помощи которыхъ приходится прибѣгать, если считать Землю стоящею въ центрѣ міра. Если это объясненіе покажется непонятнымъ и противорѣчащимъ мнѣнію другихъ, то я постараюсь, если Богу угодно, сдѣлать его яснѣе Солнца, особенно для тѣхъ, кто не совсѣмъ невѣжественъ въ математикѣ.

---

[1]) Martianus Capella жилъ въ VI вѣкѣ по Р. Х.

Рядъ сферъ расположенъ въ слѣдующемъ порядкѣ: первая и высшая сфера (Stellarum fixarum sphaera immobilis)—есть сфера неподвижныхъ звѣздъ. Она включаетъ самое себя и все остальное, потому неподвижна, какъ мѣсто вселенной, по отношенію къ которому опредѣляется движеніе и положеніе всѣхъ остальныхъ свѣтилъ, въ совокупности взятыхъ.

Затѣмъ слѣдуетъ самая внѣшняя изъ планетъ—Сатурнъ [1]). Она обращается вокругъ Солнца въ 30 лѣтъ. Дальше идетъ Юпитеръ, совершающій свое обращеніе въ 12 лѣтъ; затѣмъ Марсъ съ обращеніемъ въ 2 года. Слѣдующее мѣсто занимаетъ годичная орбита, по которой вращается Земля съ орбитой Луны, представляющей эпициклъ. На пятомъ мѣстѣ стоитъ Венера, обращающаяся въ 9 мѣсяцевъ. На шестомъ мѣстѣ—Меркурій, обращающійся въ 80 дней. Центръ же всего занимаетъ Солнце. Дѣйствительно, въ какомъ другомъ болѣе прекрасномъ мѣстѣ этого храма можно было бы помѣстить это свѣтило?

---

[1]) Находящіяся за Сатурномъ планеты Уранъ и Нептунъ были открыты лишь въ 1781 и 1846 годахъ.

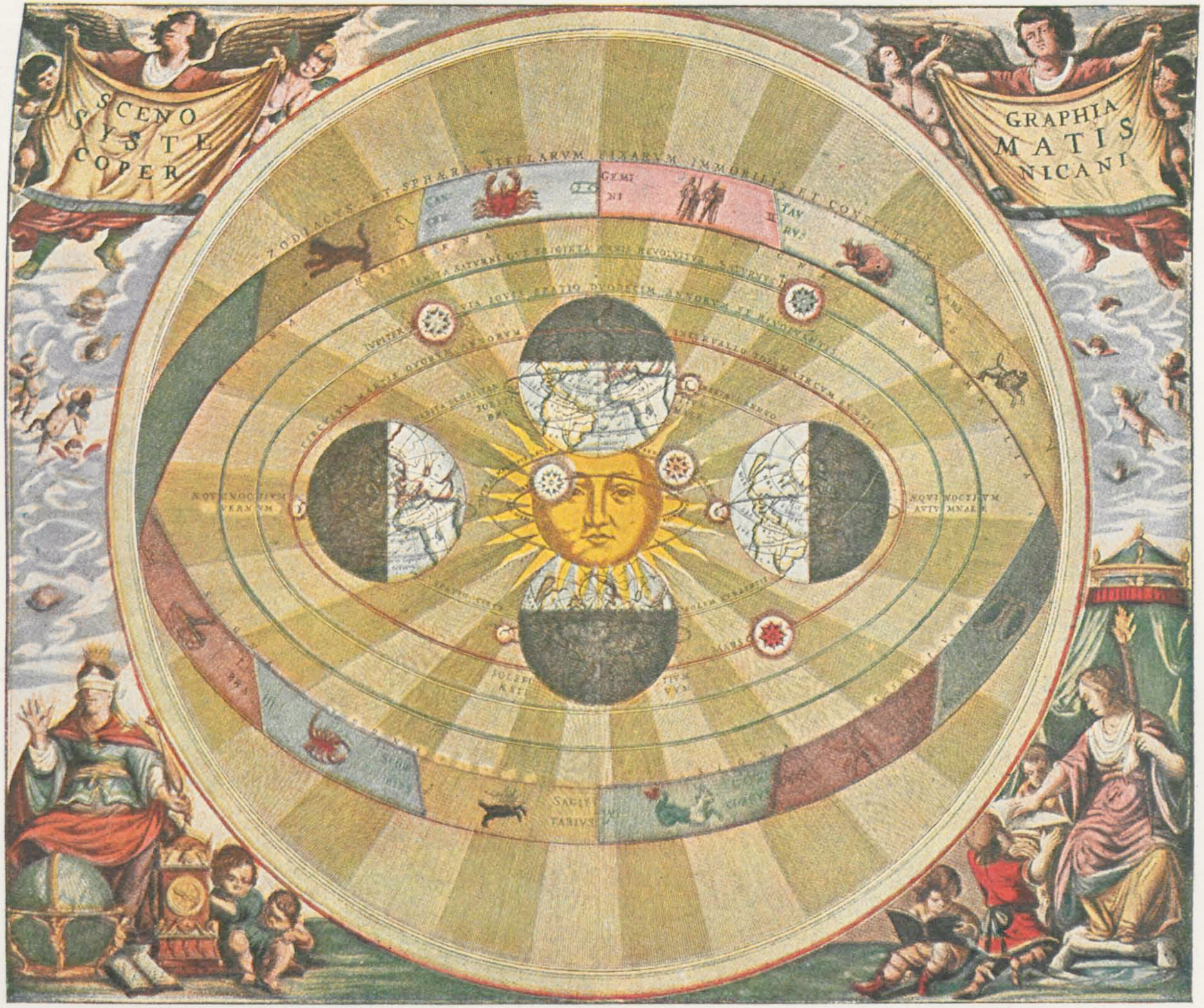

SCENO
SYSTE
COPER
GRAPHIA
MATIS
NICANI
ZODIACUS ET SPHAERA STELLARUM FIXARUM IMMOBILIS ET CONSTANS
CAN CER
GEMI NI
TAV RVS
SAGIT TARIVS

Рис. 8. Старинное изображеніе системы міра Коперника.

Въ центрѣ—Солнце, вокругъ котораго движутся планеты Меркурій, Венера, Земля съ Луной, Марсъ, Юпитеръ и Сатурнъ. Затѣмъ идетъ кругъ звѣрей (зодіакъ) и неподвижная сфера звѣздъ.

Изъ книги Андрея Целлярія „Harmonia Macrocosmica“ 1660 года.

Такимъ образомъ Солнце, возсѣдая на царскомъ престолѣ, управляетъ вращающейся вокругъ его семьею свѣтилъ. Въ этомъ расположеніи свѣтилъ мы находимъ такую гармоническую связь, какой нигдѣ болѣе найти нельзя. Только при этомъ внимательный наблюдатель можетъ замѣтить, почему прямое и понятное движеніе у Юпитера кажется большимъ, чѣмъ у Сатурна, и меньшимъ, чѣмъ у Марса, и у Венеры большимъ, чѣмъ у Меркурія. Кромѣ того, становится понятнымъ, почему Сатурнъ, Юпитеръ и Марсъ ближе къ Землѣ, когда они *восходятъ* вечеромъ, чѣмъ когда *исчезаютъ* въ лучахъ Солнца. Особенно же рѣзко это замѣтно относительно Марса, который въ то время, когда виденъ ночью, представляется по величинѣ равнымъ Юпитеру, между тѣмъ какъ и въ другое время его приходится искать среди свѣтилъ второй величины. И все это зависитъ только отъ одной и той же причины, а именно отъ движенія Земли. Что же касается того, что неподвижныя звѣзды не обнаруживаютъ ничего подобнаго, то это служитъ доказательствомъ ихъ неизмѣримаго разстоянія, по сравненію съ которымъ даже орбита годичнаго движенія Земли совсѣмъ исчезаетъ для нашихъ глазъ [1]).

Таковы въ общихъ чертахъ основанія геліоцентрической системы Коперника; но само собой разумѣется, что невѣжество и предразсудки сдались не сразу. По поводу новаго ученія началась ожесточенная борьба, которая навѣрное не пощадила бы и самого Коперника. Но, къ счастью для самого себя, онъ умеръ черезъ нѣсколько дней по изданіи своей книги, въ томъ же 1543 году. Борьба, говоримъ мы, была долгая и упорная. Черезъ пятьдесятъ семь лѣтъ по появленіи великаго сочиненія въ Римѣ былъ сожженъ, какъ колдунъ, на кострѣ Джордано Бруно, ученый и поэтъ, вся вина котораго состояла въ томъ, что въ своихъ ученіяхъ онъ прославлялъ и философски обосновывалъ ученіе Коперника. Девяносто лѣтъ спустя послѣ обнародованія того же ученія, къ суду инквизиціи былъ притянутъ знаменитый философъ, физикъ и астрономъ Галилео Галилей. 70-лѣтній старикъ долженъ былъ, ради сохраненія жизни, публично «отречься» отъ ученія о движеніи Земли.

Судьба итальянца Джордано Бруно въ особенности полна борьбы и глубокаго трагизма. Бруно родился въ 1550 году, т. е. 7 лѣтъ спустя послѣ смерти Коперника. Вначалѣ онъ вступилъ въ монашескій орденъ доминиканцевъ, но скоро подвергся преслѣдованію за ересь о пресуществленіи и бѣжалъ изъ монастыря. Съ этихъ поръ и до конца жизни онъ оставался жертвой преслѣдованія со стороны католической церкви. Бруно раздѣлялъ ученіе послѣдователей Пиѳагора о безконечности міровъ, и, соединивъ его съ системою Коперника, училъ, что всѣ неподвижныя звѣзды суть солнца, около которыхъ вращаются цѣлыя системы темныхъ тѣлъ, на подобіе нашей солнечной системы, что эти міры въ безконечномъ числѣ распространены въ міровомъ пространствѣ, и что многіе изъ нихъ населены, подобно Землѣ. Нужно ли прибавлять, что это величественное воззрѣніе есть общепризнанное современною наукой? Воззрѣнія эти изложены имъ въ дидактической поэмѣ *De universo et mundis*, написанной въ подражаніе поэмѣ Лукреція *De rerum natura*.

---

[1]) Затрудненія для пониманія этихъ вопросовъ относительно неподвижныхъ звѣздъ были впослѣдствіи устранены, какъ увидимъ, Брадлеемъ, который доказалъ, что дѣйствительно неподвижныя звѣзды, въ силу годового обращенія Земли, хотя и мало, но все же измѣняютъ свои мѣста.

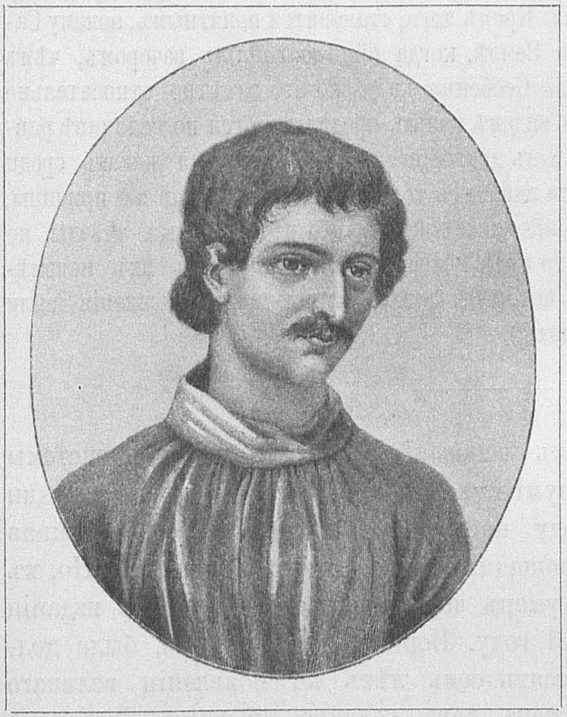


Рис. 9. Джордано Бруно.

За распространеніе ученія Коперника о вращеніи Земли Бруно долженъ былъ бѣжать въ Швейцарію, отсюда бѣжалъ опять во Францію, затѣмъ въ Англію. Здѣсь нѣкоторое время онъ читалъ лекціи въ Оксфордѣ, но былъ изгнанъ и отсюда, а потому бѣжалъ въ Германію. Наконецъ, доведенный до крайности, рѣшился вернуться въ отечество. Здѣсь, въ 1592 г., въ Венеціи, онъ попалъ въ руки инквизиціи и шесть лѣтъ содержался въ «свинцовой тюрьмѣ» (piombi) безъ книгъ, бумаги и друзей. Затѣмъ онъ былъ выданъ Риму. Два года сидѣлъ въ тюрьмѣ, былъ судимъ, лишенъ сана и, отлученный отъ церкви, былъ преданъ свѣтской власти для наказанія «по возможности кротко и безъ пролитія крови». Это значило, что его нужно сжечь, и онъ былъ сожженъ на Кампофіорѣ въ Римѣ 17 февраля 1600 года. Когда ему объявили приговоръ, онъ отвѣтилъ: «Вы, можетъ быть, съ бо́льшею боязнью постановили вашъ приговоръ, чѣмъ я его принимаю». Когда пламя скрыло его навсегда изъ виду, его мучители съ злорадствомъ замѣтили, что «онъ отправился въ тѣ мнимые міры, которые онъ такъ богохульно изображалъ»...

Свершилось! Ученіе великаго славянина было окроплено жертвенной кровью великаго итальянца.

Пылкій и восторженный Джордано Бруно погибъ, но дѣло распространенія и утвержденія ученія Коперника осталось въ не менѣе, а пожалуй, и въ болѣе надежныхъ рукахъ Галилео Галилея изъ Пизы (1564—1642 г.), или просто Галилея, какъ его принято называть у насъ. По характеру и проникновенію генія, по разносторонности своихъ дарованій Галилей ближе всего напоминаетъ своего великаго земляка Леонардо да Винчи, съ той разницей, однако, что предпріимчивая, дѣятельная и болѣе практическая (въ самомъ благородномъ значеніи этого слова) натура Галилея не позволяла ему, держась вдали отъ житейскихъ треволненій, хранить свои знанія и открытія подъ спудомъ, а, напротивъ, выдвинула его въ ряды дѣятельныхъ бойцовъ за идею. Точно также Галилей отличался, какъ видно, сравнительно рѣдкимъ въ великихъ людяхъ качествомъ пріобрѣтать не однихъ только враговъ, но и преданныхъ друзей,—учениковъ и сторонниковъ, которые берегли учителя не только при его жизни, но боготворили его память и остались вѣрными его завѣтамъ послѣ его смерти.

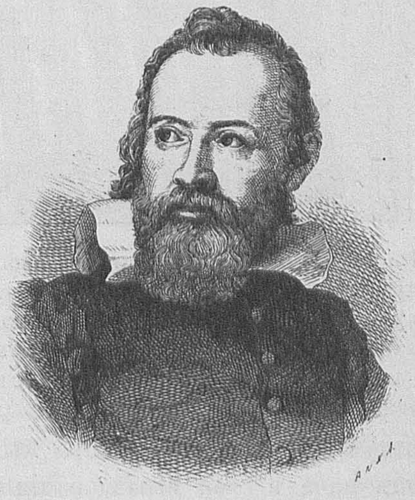


Рис. 10. Галилей.

Образованіе Галилей получилъ въ Пизѣ и здѣсь же въ 1589 г. началъ свою профессорскую дѣятельность. Уже во время ученія въ университетѣ онъ проявилъ стремленія къ независимости мысли и самостоятельности въ поступкахъ. За нападки на Аристотеля молодой студентъ пріобрѣлъ у современныхъ филистеровъ нелестное прозвище «выскочки». Но въ то же время никто не могъ отрицать въ немъ выдающагося ума и дара тонкой наблюдательности. Вивіани, ученикъ и біографъ Галилея, ко времени студенчества послѣдняго относитъ даже одно изъ его замѣчательнѣйшихъ открытій. Онъ рисуетъ намъ 19-лѣтняго Галилея, пришедшаго на молитву въ Пизанскій соборъ. Но, вотъ, постороннія мысли отвлекаютъ его отъ благоговѣйной молитвы, онъ разсѣянно бросаетъ взоръ на своды собора и замѣчаетъ, что люстра, чудо работы Бенвенуто Челлини, выведенная передъ тѣмъ для зажиганія изъ отвѣснаго положенія, предоставленная самой себѣ, тихо качается, описывая сначала бо̀льшие размахи, а затѣмъ все меньшіе и меньшіе. Это явленіе привлекаетъ на себя вниманіе Галилея: ему кажется, что большіе и малые размахи *совершаются въ одинаковое время*. Онъ убѣждается въ этомъ, считая біенія своего пульса, и такимъ образомъ открываетъ *изохронизмъ (т. е. равновременность) малага размаха колебаній маятника!*

Справедливъ или нѣтъ этотъ разсказъ, — во всякомъ случаѣ онъ хорошо рисуетъ, на что окружающіе считали способнымъ молодого Галилея; и послѣдній всей своей дальнѣйшей научной дѣятельностью доказалъ, насколько были правы тѣ, которые возлагали на него самыя смѣлыя надежды. Если Коперникъ по справедливости считается создателемъ новѣйшей астрономіи, то съ такимъ же правомъ Галилея необходимо признать создателемъ той части механики, которая учитъ о движеніи тѣлъ подъ дѣйствіемъ на нихъ различныхъ *силъ*, и которая носитъ названіе *динамики*. Въ астрономической наукѣ эта отрасль механики играетъ существенную роль.

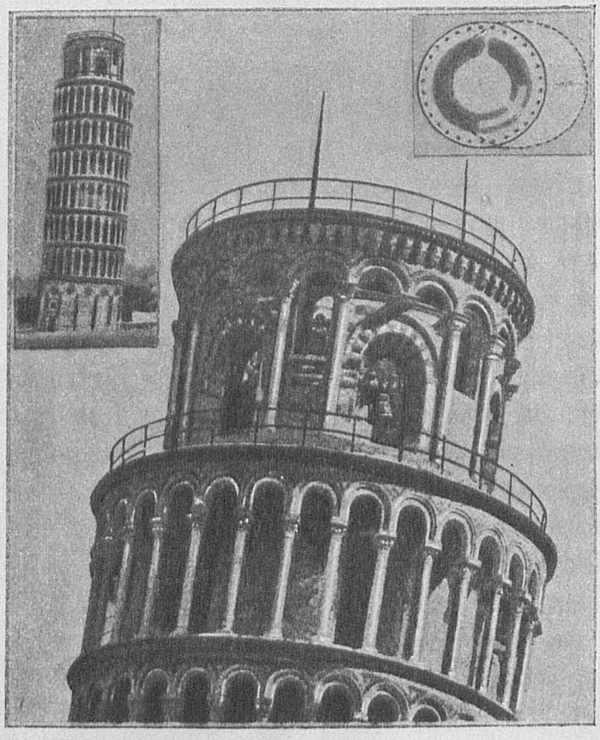


Рис. 11. Падающая башня въ Пизѣ, гдѣ Галилей производилъ свои знаменитые опыты. Налѣво сверху — общій видъ башни. Въ правомъ углу кругъ, начерченный пунктиромъ, показываетъ, насколько вершина башни не совпадаетъ съ основаніемъ.

Какъ упомянуто раньше, начала *статики* (ученіе о равновѣсіи тѣлъ) были развиты Архимедомъ. Съ тѣхъ поръ механика почти не двигалась впередъ. Такимъ образомъ Галилей является непосредственнымъ продолжателемъ геніальнаго грека послѣ промежутка чуть ли не въ 19 столѣтій.

Въ 1589 г. Галилей получилъ мѣсто профессора въ Пизанскомъ университетѣ, а въ 1590 г. онъ началъ свои изслѣдованія о свободнамъ паденіи тѣлъ, при чемъ въ основу своихъ изысканій онъ положилъ единственно опытъ и наблюденіе. Съ этой стороны Галилея необходимо считать самымъ выдающимся начинателемъ въ области опытнаго (экспериментальнаго) метода изслѣдованія. Исходя изъ того, что «кто незнакомъ съ законами движенія, тотъ не можетъ познать природы», онъ сдѣлалъ движеніе и его законы главнымъ предметомъ своихъ размышленій и изслѣдованій. Онъ пересмотрѣлъ, анализировалъ и отвергъ все ученіе Аристотеля о движеніи. Своими изслѣдованіями о законахъ свободнаго паденія тѣлъ, извѣстныхъ нынѣ подъ именемъ «Галилеевыхъ законовъ», онъ математически и опытомъ доказалъ несостоятельность всего Аристотеля о движеніи. Двѣ тысячи лѣтъ господствовало ученіе Аристотеля, что скорость паденія тѣлъ зависитъ отъ ихъ вѣса: во сколько разъ больше вѣсъ, во столько разъ больше и скорость паденія. Согласно этому ученію, если нѣсколько тѣлъ падаютъ на землю съ одинаковой высоты, то тяжелѣйшее должно раньше достигнуть земли. До Галилея это мнѣніе было принято на слово, какъ истина, и никому не приходило въ голову провѣрить справедливость его опытовъ. Въ присутствіи большого стеченія зрителей-профессоровъ и студентовъ, Галилей пустилъ падать съ высоты Пизанской наклонной башни (см. рис. 11) шары разнаго вѣса: золотой, свинцовый, мраморный, восковой, всѣ одинаковой величины, и убѣдился, что пущенные въ одно время, они достигли и земли въ одно время; немного отсталъ восковой шаръ, самый легкій. Но разница эта зависѣла не отъ вѣса, а отъ сопротивленія воздуха. Въ этомъ онъ убѣдился сравнительными опытами надъ паденіемъ тѣлъ въ воздухѣ и въ водѣ. Они убѣдили его, что разница зависитъ въ самомъ дѣлѣ отъ сопротивленія среды, а не отъ вѣса, ибо одно и то же тѣло въ плотнѣйшей средѣ, представляющей большее сопротивленіе движенію, падаетъ медленнѣе, чѣмъ въ средѣ менѣе плотной.

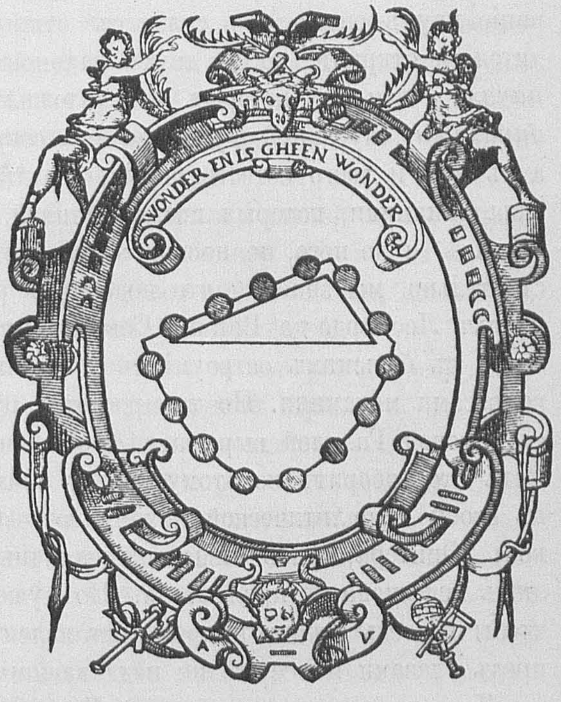

WONDER EN IS GHEEN WONDER
A
V

Рис. 12. «Чудо и не чудо». Рисунокъ на заглавной страницѣ одной изъ книгъ Стевина, посвященныхъ механикѣ.

Аристотель утверждалъ также, что скорость движенія увеличивается, но не зналъ, по какому закону. Послѣдователи Аристотеля учили, что скорость тѣла пропорціональна пройденному пространству, такъ что, если тѣло, падая, прошло 20 фут., то скорость въ 20 разъ больше той, какую имѣло тѣло, пройдя одинъ футъ. Этотъ мнимый законъ былъ извѣстенъ подъ именемъ *закона Баліани*. Галилей доказалъ, что скорость увеличивается пропорціонально времени, т.-е. что въ концѣ второй секунды паденія она вдвое больше, въ концѣ третьей—втрое и т. д., чѣмъ въ концѣ первой. Наконецъ, онъ открылъ и законъ пространствъ, по которому пройденныя пространства возрастаютъ *пропорціонально квадратамъ временъ*, считая отъ начала паденія. Эти законы Галилей подтвердилъ опытами при помощи наклонной плоскости.

Этими изслѣдованіями, между прочимъ и подтвержденіемъ результатовъ на опытѣ, Галилей воочію доказалъ своимъ современникамъ несостоятельность апріорнаго метода Аристотеля и положилъ прочное основаніе наукѣ опыта. Въ связи съ открытіемъ законовъ паденія находится и открытіе тѣхъ двухъ законовъ, извѣстныхъ подъ именемъ *началъ Галилея*, которыя онъ положилъ въ основаніе созданной имъ *динамики*, служащей фундаментомъ современной механической физики, а съ нею и всего естествознанія. Трудно думать, конечно, чтобы начала динамики, которыя ввелъ Галилей, не существовали, хотя въ зародышѣ, и до него, не носились бы, какъ говорятъ, въ воздухѣ. И дѣйствительно, мы знаемъ, что подобнаго рода идеи разсѣяны въ рукописяхъ Леонардо да Винчи. Современникъ Галилея, голландецъ Стевинъ, съ большимъ остроуміемъ и проницательностью тоже занимался вопросами механики. Но та простота, цѣльность, строгость и красота, съ которой Галилей выражалъ свои научныя завоеванія, поразительны. Вотъ что говоритъ по этому поводу знаменитый Лагранжъ въ введеніи къ своей «Аналитической механикѣ»: «Открытіе (Галилеемъ) спутниковъ Юпитера, фазъ Венеры, солнечныхъ пятенъ и т. д. требовали лишь телескопа и прилежанія. Но нуженъ былъ *необычайный геній*, чтобы извлечь законы природы изъ явленій, ежеминутно совершающихся предъ глазами и все же не поддававшихся усиліямъ философовъ».

Ясность мысли связана у Галилея съ простотой и изяществомъ языка, которымъ онъ передавалъ свои научныя завоеванія. Слѣдуетъ отмѣтить, что великій преобразователь механики обыкновенно писалъ на родномъ итальянскомъ языкѣ, а не на латинскомъ, обиходномъ ученомъ языкѣ того времени. Сочиненія свои онъ излагалъ по преимуществу въ легкой разговорной формѣ (діалоги). Быть можетъ, здѣсь отразилось вліяніе греческаго философа Платона, сочиненія котораго Галилей въ особенности цѣнилъ; но несомнѣнно и то, что изложенное общедоступнымъ, понятнымъ и легкимъ языкомъ сочиненіе легко проникало въ сравнительно широкіе слои публики и способствовало распространенію идей, развиваемыхъ Галилеемъ.

Въ «собесѣдованіяхъ» *(Discorsi)*, написанныхъ Галилеемъ, принимаютъ обыкновенно участіе три лица: Сальвіати, Сагредо и Симпличіо.

Два изъ нихъ, Сальвіати и Сагредо, были дѣйствительно друзьями и приверженцами великаго ученаго, и въ ихъ уста онъ вкладываетъ защиту своихъ положеній. Третій собесѣдникъ діалоговъ—Симпличіо—есть выдуманное лицо, оспаривающее мнѣнія Сальвіати и Сагредо. Нѣтъ сомнѣнія, что въ лицѣ Симпличіо Галилей изобразилъ типъ схоластика-аристотелевца того времени, отличавшагося чисто книжной ученостью и слѣпымъ преклоненіемъ предъ авторитетами. Характерно однако, что въ уста Симпличіо вложены не какія-либо вздорныя возраженія противъ новыхъ ученій, а самыя сильныя и основательныя, которыми могла только располагать аристотелевская школа. Симпличіо, конечно, оказывается побѣжденнымъ по всѣмъ пунктамъ своихъ возраженій. Но многіе изъ тогдашнихъ ученыхъ и сильныхъ міра сего узнавали себя въ рѣчахъ Симпличіо; и это тоже создало Галилею не мало враговъ, впослѣдствіи зло ему отомстившихъ. Какъ бы то ни было, но европейцамъ остается только благодарить судьбу за то, что помимо геніальной наблюдательности и ума она одарила Галилея также характеромъ, талантами и выдержкой борца. Это спасло его открытія отъ забвенія, а его самого отъ ужасной насильственной смерти, хотя отъ позора и униженія на старости лѣтъ онъ не избавился.

Кто пожелалъ бы нѣсколько ознакомиться съ манерой писаній этого великана мысли, пусть прочтетъ нижеприводимый отрывокъ изъ того сочиненія Галилея, которымъ онъ произвелъ великую реформу механики, о которой упомянуто выше. Сочиненіе это носитъ заглавіе «Собесѣдованія и математическія доказательства относительно двухъ новыхъ наукъ» *(Discorsi e Demonstrazioni matematiche interno a due nuove scienze)*. Конечно, по приведенной сокращенной и отрывочной формѣ трудно судить о всей ясности и красотѣ цѣлаго подлинника. Но, быть можетъ, и эти отрывки побудятъ кого-либо заняться изученіемъ оригинала. Смѣемъ увѣрить, что такой читатель не раскается.

О паденіи тѣлъ. *Симпличіо.* Аристотель утверждаетъ, что различныя тѣла въ одной и той же средѣ движутся съ разною скоростью и непремѣнно пропорціонально ихъ вѣсу, такъ что грузъ большій въ 10 разъ и движется вдесятеро скорѣе. Дальше онъ принимаетъ, что скорости одной и той же массы въ разныхъ средахъ обратно пропорціональны плотностямъ, такъ что если, напр., плотность воды вдесятеро больше плотности воздуха, то скорость въ воздухѣ вдесятеро больше, чѣмъ въ водѣ.

Сальвіати. Очень сомнѣваюсь въ томъ, чтобы Аристотель когда-нибудь провѣрилъ на опытѣ, дѣйствительно ли два камня, изъ которыхъ одинъ вдесятеро тяжелѣе другого, — если пустить ихъ въ одно и то же мгновеніе, напр., съ высоты 100 локтей,—получаютъ настолько различное движеніе, что по прибытіи бо́льшаго на мѣсто меньшее пройдетъ лишь 10 локтей.

Симпличіо. По вашимъ словамъ можно думать, что вы производили подобные опыты, иначе вы не говорили бы такимъ образомъ [1]).

Сагредо. Но я, г. Симпличіо, не производилъ никакихъ опытовъ и увѣряю васъ, что пушечное ядро въ 100, 200 и болѣе фунтовъ ни на пядь не обгонитъ полуфунтовую ружейную пулю, если оба упадутъ съ высоты 200 локтей.

Сальвіати. Не производя длинныхъ опытовъ, мы можемъ путемъ одного лишь краткаго разсужденія доказать невозможность того, чтобы большій грузъ двигался скорѣе, нежели меньшій, если они состоятъ изъ одного и того же вещества. Скажите мнѣ, г. Симпличіо, допускаете ли вы, что каждое падающее тѣло имѣетъ отъ природы присущую ему скорость, такъ что если нужно увеличить или уменьшить ее, то необходимо будетъ примѣнить силу или противодѣйствіе?

Симпличіо. Конечно, въ извѣстной средѣ тѣло обладаетъ опредѣленною скоростью, которую можно увеличить только новымъ побужденіемъ или уменьшить задержкой.

Сальвіати. Если у насъ имѣются два тѣла, обладающія разными скоростями, и если мы ихъ соединимъ, то ясно, что движущееся скорѣе получитъ замедленіе, а движущееся медленнѣе—ускореніе. Согласны вы съ этимъ?

Симпличіо. Этотъ выводъ я нахожу совершенно правильнымъ.

Сальвіати. Но если это вѣрно и если бы было справедливо, что большой камень движется, напр., со скоростью 8 локтей, а малый со скоростью 4 локтей, то оба вмѣстѣ должны были бы, если бы ихъ соединить, обладать скоростью меньшей, чѣмъ въ 8 локтей. Но вѣдь оба камня вмѣстѣ, конечно, вѣсятъ больше, чѣмъ большой камень, обладавшій скоростью въ 8 локтей; и стало быть выходитъ, что большой камень (происшедшій отъ соединенія двухъ) будетъ двигаться медленнѣе, чѣмъ меньшій, а это противорѣчитъ вашему предположенію. Изъ этого вы видите, что изъ допущенія, будто большее тѣло обладаетъ большею скоростью, чѣмъ меньшее, я васъ могу привести къ выводу, что большее тѣло движется медленнѣе, чѣмъ меньшее.

Симпличіо. Я совсѣмъ смущенъ, потому что мнѣ все-таки представляется, что меньшій камень, соединенный съ большимъ, увеличиваетъ его вѣсъ, а потому долженъ увеличить также и его скорость, или, по крайней мѣрѣ, не уменьшать ея.

Сальвіати. Вы впадаете въ новую ошибку, г. Симпличіо, потому что невѣрно, будто меньшій камень увеличиваетъ вѣсъ большого.

Симпличіо. Вотъ какъ? Это выходитъ за предѣлы моего горизонта (пониманія)!

Сальвіати. Нисколько. Вы все поймете, если я васъ высвобожу изъ рамокъ того заблужденія, въ которомъ вы находитесь. Замѣтьте хорошо, что въ данномъ вопросѣ надо различать, движется ли уже тѣло или находится въ покоѣ. Если мы положимъ камень на одну чашку вѣсовъ, то отъ прибавки еще одного камня вѣсъ увеличится: даже отъ прибавленія куска пакли онъ возрастаетъ. Но если вы возьмете камень, связанный съ паклей, и дадите ему возможность свободно падать съ большой высоты, то, какъ вы думаете, будетъ ли пакля во время движенія давить на камень и ускорять его движеніе, или же камень будетъ задерживаться въ своемъ движеніи, какъ бы поддерживаемый кускомъ пакли? Развѣ мы не ощущаемъ груза на нашихъ плечахъ, если стараемся помѣшать его движенію? Но если мы станемъ двигаться (внизъ) съ такою же скоростью, какъ и грузъ, лежащій на нашей спинѣ, то какъ же онъ можетъ давить и обременять насъ? Не думаете ли вы, что это подобно тому, какъ если бы мы захотѣли поразить копьемъ кого-либо, кто бѣжитъ впереди насъ съ такою же скоростью, съ какою движемся и мы? Итакъ, вы должны вывести заключеніе, что при свободномъ паденіи малый камень не давитъ на большой и не увеличиваетъ его вѣса, какъ это бываетъ при покоѣ.

---

[1]) На стр. 27-ой указано, что Галилей *такіе опыты* дѣйствительно производилъ.

Симиличіо. Ну, а если бы большой камень покоился на меньшемъ?

Сальвіати. Тогда онъ долженъ былъ бы увеличить его вѣсъ, если бы скорость его была больше. Но мы уже нашли, что если меньшій грузъ падалъ медленнѣе, то уменьшилъ бы скорость большого груза, слѣдовательно, составная масса двигалась бы медленнѣе своей части, что противорѣчитъ вашему допущенію. Итакъ, разрѣшите принять, что большія и малыя тѣла равнаго удѣльнаго вѣса движутся съ одинаковой скоростью.

Симпличіо. Выводъ вашъ превосходенъ, но я все-таки съ трудомъ могу вѣрить, что свинцовая дробинка падаетъ такъ же скоро, какъ пушечное ядро.

Сальвіати. Вы, г. Симпличіо, конечно, не будете, какъ нѣкоторые, отвлекать разговоръ отъ главнаго вопроса и придираться къ выраженію, уклоняющемуся отъ истины только на какой-нибудь волосокъ. Аристотель говоритъ: желѣзный шестъ въ 100 фунтовъ, падая съ высоты 100 локтей, проходитъ эти сто локтей въ такое же время, въ какое шестъ въ 1 фунтъ проходитъ 1 локоть; а я утверждаю, что оба при паденіи съ высоты 100 локтей, придутъ на мѣсто въ одно и то же время. Вы находите, что большой шестъ въ дѣйствительности обгонитъ малый на два пальца, такъ что когда большой уже достигнетъ земли, маленькій долженъ будетъ пробѣжать еще пространство величиною въ два пальца. Этими двумя пальцами вы хотите замазать ошибку Аристотеля въ 99 локтей, и, придираясь къ моему малому уклоненію, затушевать большую ошибку Аристотеля.

Симпличіо. Но, можетъ быть, при высотѣ паденія въ нѣсколько тысячъ локтей можно будетъ замѣтить то, что незамѣтно при малой высотѣ?

Сальвіати. Предположеніемъ, будто Аристотель думалъ что-либо въ этомъ родѣ, вы приписали бы ему совсѣмъ новую ошибку, или даже неправду. Такъ какъ такихъ вертикальныхъ поднятій мы совсѣмъ не находимъ на землѣ, то надъ ними Аристотель не могъ дѣлать опытовъ, а между тѣмъ онъ, будто бы, говоритъ о такихъ опытахъ. И другое утвержденіе не менѣе ложно. Если бы было справедливо, что одно и то же тѣло, въ средахъ разной плотности, напр., въ водѣ и въ воздухѣ, двигается со скоростями, обратно пропорціональными этимъ плотностямъ, то всѣ тѣла, падающія въ воздухѣ внизъ, должны были бы и въ водѣ падать внизъ, что, однако, совершенно невѣрно, такъ какъ многія тѣла въ воздухѣ падаютъ, а въ водѣ, наоборотъ, поднимаются.

Симпличіо. Я понимаю необходимость вашего вывода. Но Аристотель говоритъ о тѣлахъ, которыя падаютъ въ обѣихъ средахъ, а не о такихъ, которыя въ воздухѣ падаютъ, а въ водѣ поднимаются.

Сальвіати. Скажите мнѣ, согласны ли вы съ тѣмъ, что плотность воды и воздуха находятся въ какомъ-либо опредѣленномъ отношеніи?—и если да, то выразимъ это отношеніе какимъ-либо числомъ.

Симпличіо. Хорошо, допустимъ, что (это отношеніе) десять; тогда, значитъ, падающее въ воздухѣ тѣло будетъ двигаться въ 10 разъ скорѣе, чѣмъ въ водѣ.

Сальвіати. Теперь представимъ себѣ тѣло, падающее въ воздухѣ и поднимающееся въ водѣ, напр., кусокъ дерева, и предоставляю вамъ опредѣлить скорость его движенія въ воздухѣ.

Симпличіо. Пусть эта скорость будетъ 20 локтей.

Сальвіати. Такъ какъ кусокъ дерева не тонетъ въ водѣ, то вы, я надѣюсь, согласитесь, что можно сдѣлать подобный кусокъ изъ такого матеріала, чтобы онъ двигался въ водѣ со скоростью 2 локтей.

Симпличіо. Конечно; но только матерія должна быть тяжелѣе дерева.

Сальвіати. Это, именно, мнѣ и нужно. Итакъ если этотъ второй кусокъ падаетъ въ водѣ со скоростью 2 локтей, то съ какою скоростью онъ будетъ падать въ воздухѣ? По Аристотелю, вы должны сказать, что со скоростью 20 локтей; но вѣдь вы сами допустили эту скорость для перваго болѣе легкаго куска; значитъ, выходитъ, что два совершенно различныхъ тѣла должны двигаться въ воздухѣ съ одинаковою скоростью. Но какъ же это согласовать съ первымъ закономъ философа,—закономъ, по которому различныя тѣла въ одной и той же средѣ движутся съ совершенно различными скоростями, а именно пропорціонально своему вѣсу?

Сагредо. Такъ какъ г. Симпличіо молчитъ, то я позволю себѣ привести еще одно соображеніе. Хотя вы и ясно доказали, что тѣла неравнаго вѣса движутся въ одной и той же средѣ съ равною скоростью, однако предполагали, что тѣла эти сдѣланы изъ одинаковаго вещества или имѣютъ одинаковый удѣльный вѣсъ, такъ какъ не хотите же вы заставить насъ вѣрить, что кусокъ пробки движется въ водѣ такъ же скоро, какъ и кусокъ свинца. Далѣе, какъ вы убѣдили насъ, насколько неправильно допущеніе, что одно и то же тѣло въ разныхъ средахъ движется со скоростями, обратно пропорціональными сопротивленіямъ, то я очень хотѣлъ бы узнать, какія же отношенія существуютъ на самомъ дѣлѣ въ этихъ случаяхъ?

Сальвіати. Послѣ того, какъ я убѣдился въ несправедливости вывода, будто одно и то же тѣло въ разныхъ средахъ достигаетъ скоростей, обратно пропорціональныхъ сопротивленіямъ; а также и въ невѣрности того, что тѣла разнаго вѣса пріобрѣтаютъ въ одной и той же средѣ скорости, пропорціональныя вѣсамъ, я соединилъ оба эти фактора, взявъ тѣла разнаго вѣса и въ различно сопротивляющихся средахъ; я нашелъ, что полученныя скорости отличались между собою тѣмъ болѣе, чѣмъ значительнѣе было сопротивленіе среды, и притомъ въ такой степени, что два тѣла, падающія въ воздухѣ почти одинаково быстро, могутъ въ водѣ обладать скоростями въ десять разъ отличными другъ отъ друга. Случается и такъ, что иное тѣло падаетъ въ воздухѣ, а въ водѣ плаваетъ, т. е. или вовсе не движется, или даже поднимается. Можно подобрать такіе сорта дерева или ихъ суковатыя мѣста, которыя плаваютъ подъ водою на любой глубинѣ, а въ воздухѣ быстро падаютъ.

Сагредо. Я неоднократно старался облѣпить палочку воска, которая сама по себѣ плаваетъ въ водѣ, песчинками такъ, чтобы вѣсъ ея равнялся вѣсу воды, и воскъ плавалъ бы на любой глубинѣ; несмотря, однако, на всѣ предосторожности, это мнѣ не удалось. И я не знаю, есть ли какое-либо твердое вещество, совершенно такой же плотности, какъ вода, которое могло бы плавать въ водѣ на любой глубинѣ?

Сальвіати. Въ этомъ отношеніи, какъ и въ тысячахъ другихъ, многія животныя превосходятъ насъ. Для примѣра можно назвать рыбъ, которыя такъ искусны въ этомъ, что сохраняютъ по произволу равновѣсіе не только въ чистой водѣ (на любой глубинѣ), но и въ водѣ съ разными примѣсями. Я думаю, что онѣ достигаютъ этого при помощи даннаго имъ отъ природы органа, а именно того маленькаго пузыря, который сообщается узкимъ отверстіемъ со ртомъ; благодаря этому, онѣ по произволу могутъ или выпустить воздухъ, заключенный въ этомъ пузырѣ, или, всплывая на поверхность, набрать его и такимъ образомъ уравновѣшивать себя по собственному желанію.

Сагредо. Однажды, при помощи особой уловки, я обманулъ нѣкоторыхъ пріятелей, похваляясь передъ ними тѣмъ, что мнѣ удалось, будто бы, уравновѣсить воскъ съ водою. Я взялъ сначала соленной воды, а потомъ сверху налилъ прѣсной: восковая палочка оставалась посрединѣ и, хотя ее толкали ко дну и поднимали, она все-таки стремилась къ срединѣ.

Сальвіати. Это очень полезный опытъ. Если мы будемъ разсматривать свойства воды и говорить о разномъ удѣльномъ вѣсѣ, то при помощи куска какого-либо вещества можно будетъ обнаружить малѣйшія различія, такъ какъ въ одной водѣ онъ будетъ тонуть, въ другой всплывать. Опытъ можно сдѣлать такъ точно, что прибавка 2 гранъ соли къ 6 фунтамъ воды заставитъ подниматься этотъ кусокъ, только что передъ этимъ тонувшій. Не только раствореніе болѣе плотнаго вещества производитъ это явленіе, но и простое нагрѣваніе или охлажденіе.

Различіе скоростей разныхъ тѣлъ различнаго удѣльнаго вѣса, вообще говоря, значительнѣе въ сильнѣе сопротивляющихся средахъ. Въ ртути тонетъ только золото, тогда какъ всѣ другіе металлы и камни поднимаются и плаваютъ. Съ другой стороны, золото, свинецъ, мѣдь, порфиръ и др. тяжелыя тѣла въ воздухѣ падаютъ съ почти незамѣтнымъ различіемъ; съ высоты 100 локтей золото едва ли на четыре пальца опережаетъ мѣдь. Сообразно съ этимъ я думаю, что если бы уничтожить сопротивленіе воздуха, то всѣ тѣла падали бы съ совершенно одинаковою скоростью.

Симпличіо. Это рискованное утвержденіе, господинъ Сальвіати. Я, съ своей стороны, никогда не повѣрю, чтобы въ пустотѣ клокъ шерсти падалъ такъ же скоро, какъ и свинецъ.

Сальвіати. Успокойтесь, г. Симпличіо. Мы будемъ разсматривать движеніе разныхъ тѣлъ въ несопротивляющейся средѣ такъ, что все различіе приведемъ къ самимъ, падающимъ тѣламъ. Такъ какъ намъ необходимо для опыта вполнѣ безвоздушное пространство, не содержащее никакой, хотя бы даже самой тонкой и податливой, матеріи, а такого пространства мы получить не можемъ, то попробуемъ узнать, какъ явленіе происходитъ въ средахъ, наиболѣе тонкихъ и наименѣе сопротивляющихся, въ противоположность другимъ средамъ, менѣе тонкимъ и болѣе сопротивляющимся. Если окажется фактически, что различныя тѣла обнаружатъ тѣмъ меньшую разницу въ скорости движенія, чѣмъ податливѣе среда, и что, наконецъ, несмотря на большое различіе падающихъ тѣлъ—въ тончайшей средѣ останется лишь небольшая, даже едва замѣтная разница (въ скоростяхъ паденія), то тогда, мнѣ кажется, мы съ большой вѣроятностью въ правѣ предположить, что въ пустотѣ наступило бы полное равенство (этихъ скоростей). Тяжелое тѣло отъ природы обладаетъ главнымъ стремленіемъ двигаться къ общему центру тяжелыхъ тѣлъ, т. е. къ земному шару, и притомъ путемъ непрерывнаго и равномѣрно-ускореннаго движенія, такъ что въ равныя времена прибавляются равныя новыя скорости. Это наступаетъ каждый разъ, когда удалены случайныя внѣшнія препятствія. Изъ нихъ есть одно, которое не можетъ быть удалено—это сопротивленіе среды, въ которой должно двигаться падающее тѣло. Среда, даже податливая и находящаяся въ покоѣ, противопоставляетъ движенію сопротивленіе, которое, смотря по обстоятельствамъ, то больше, то меньше; оно тѣмъ больше, чѣмъ скорѣе должна разступаться эта среда, чтобы пропускать тѣло; слѣдовательно, тѣло, падая по природѣ ускоренно, испытываетъ постоянно увеличивающееся сопротивленіе. Вслѣдствіе этого наступаетъ замедленіе и уменьшеніе всѣхъ вновь пріобрѣтенныхъ скоростей, такъ что, наконецъ, все ускореніе погашается, и тѣло приходитъ въ состояніе равномѣрнаго движенія, въ которомъ оно далѣе и пребываетъ.

Открытія Галилея въ механикѣ и ниспроверженіе вмѣстѣ съ тѣмъ аристотелевской физики обезпечивали въ дальнѣйшемъ правильное развитіе наукъ о природѣ и понятій о мірозданіи. Но Галилей былъ не только великій теоретикъ, но также великій практикъ и наблюдатель, что вполнѣ доказалъ устройствомъ и употребленіемъ зрительной трубы.

Кѣмъ, когда именно и при какихъ обстоятельствахъ было изобрѣтено это могущественное орудіе, раздвинувшее почти до безпредѣльности границы человѣческаго наблюденія? Въ точности отвѣтить на этотъ вопросъ мы не можемъ. Достовѣрно однако, что зрительная труба уже существовала въ 1608 году, и весьма вѣроятно, что изобрѣтеніе это сдѣлано въ Голландіи, славившейся въ свое время изготовленіемъ очковъ и торговлей ими. Иные приписываютъ устройство первой трубы упомянутому нами Стевину. Во всякомъ случаѣ достовѣрно, что, прослышавъ о новомъ изобрѣтеніи, Галилео Галилеи занялся имъ самостоятельно. Онъ устроилъ первый телескопъ и въ 1609 году направилъ его на небо. Вооруженный новымъ орудіемъ, человѣческій глазъ впервые проникъ въ тѣ тайны мірозданія, которыя доселѣ были сокрыты отъ всѣхъ.

По сравненію съ позднѣйшими огромными инструментами, о которыхъ будетъ рѣчь ниже, зрительная труба Галилея была, конечно, невелика и несовершенна. И тѣмъ не менѣе какъ быстро съ помощью этого несовершеннаго даже инструмента раздвинулись границы человѣческаго познанія! Прежде всего оказалось, что существуетъ весьма большое количество звѣздъ, невидимыхъ глазу. Луна тотчасъ обнаружила свои горы и равнины. Когда же Галилей направилъ свой телескопъ на Юпитеръ, то открылъ около него 4 свѣтлыхъ точки, описывающія около планеты круговые пути. Это были четыре спутника, четыре «луны» Юпитера, которыя Галилей предложилъ на́звать «Медицейскими звѣздами» въ честь покровительствующихъ ему владѣтельныхъ герцоговъ Медичи. Предъ глазами человѣчества впервые появилось наглядное подтвержденіе, можно сказать,— модель коперниковскаго ученія о строеніи нашей планетной системы и о вращеніи планетъ около центральнаго тѣла. Тотъ же Галилей одинъ изъ первыхъ подтвердилъ ученіе о шарообразности Солнца, и на основаніи движенія солнечныхъ пятенъ сдѣлалъ совершенно вѣрный выводъ о вращеніи Солнца около собственной (воображаемой, конечно) оси.

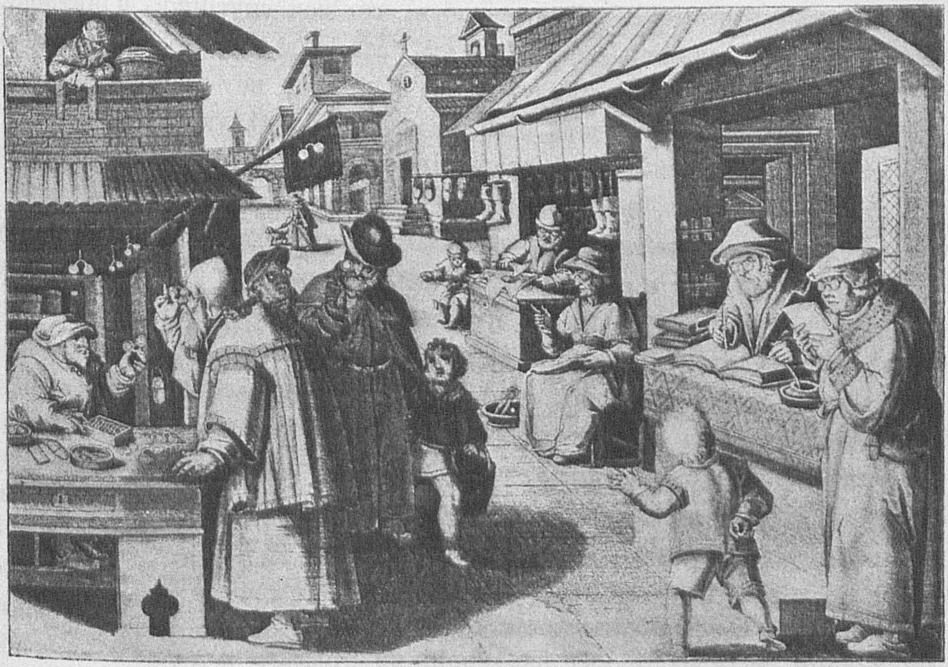


Рис. 13. Производство очковъ и торговля ими въ Голландіи.
По рисунку Іоганна Страдануса.

Глубоко, однако, ошибся бы тотъ, кто подумалъ бы, что подобныя открытія вызывали въ современникахъ всеобщій восторгъ или хотя удивленіе. Ученые противники Галилея или просто игнорировали эти открытія, или дѣлали видъ, что не вѣрятъ имъ. А нашлись и такіе, которые доказывали, что его открытія противорѣчатъ Священному Писанію,—обвиненіе самое страшное въ то время. Что переживалъ при этомъ самъ великій естествоиспытатель, до нѣкоторой степени видно изъ его переписки съ Кеплеромъ. Вотъ что писалъ, между прочимъ, Галилей Кеплеру 19-го августа 1610 года:

«...Ты первый, и почти ты одинъ, въ силу твоего независимаго образа мыслей и возвышенности твоей души, даешь вѣру моимъ показаніямъ даже послѣ моего лишь поверхностнаго изслѣдованія вещей. Но не стоитъ огорчаться поношеніями толпы, ибо противъ Юпитера тщетно борятся гиганты, не говоря уже о пигмеяхъ. Юпитеръ возсѣдаетъ на небѣ, такъ пусть на него лаютъ сикофанты сколько хотятъ. Въ Пизѣ, Флоренціи, Болоньи, Венеціи, Падуѣ весьма многіе видѣли планеты, но всѣ молчатъ объ этомъ и все еще сомнѣваются; ибо большая часть не признаетъ ни Юпитера, ни Марса за планеты, развѣ лишь Луну. Въ Венеціи одинъ изъ такихъ возражалъ противъ меня, хвастаясь, что онъ навѣрное знаетъ, что мои спутники Юпитера, которыхъ онъ многократно наблюдалъ, вовсе не планеты, потому будто бы, что ихъ всегда находятъ около Юпитера, которому они всѣ или нѣкоторые предшествуютъ, или же за нимъ слѣдуютъ. Что тутъ дѣлать? Должны ли мы слѣдовать Демокриту или Гераклиту? Посмѣемся же, мой Кеплеръ, великой глупости людской! Что скажешь ты о первыхъ философахъ здѣшняго факультета, которые съ какимъ-то упорствомъ аспида, несмотря на мои тысячекратныя приглашенія, не хотѣли даже взглянуть ни на планеты, ни на луну, ни даже на телескопъ? По-истинѣ, какъ у того нѣтъ ушей, такъ у этихъ глаза закрыты для свѣта истины. Они крайне надменны, но меня этимъ не удивишь. Этотъ родъ людей думаетъ, что философія какая-то книга, какъ Энеида или Одиссея, а истину надо искать не во вселенной, не въ природѣ, но (я употребляю собственныя ихъ слова) въ *сличеніи текстовъ!* Какъ громко ты расхохотался бы, если бы услыхалъ, что говорилъ противъ меня, въ присутствіи великаго герцога, первый философъ Пизанскаго университета, какъ онъ старался то логическими доводами, то магическими заклинаніями отозвать и удалить съ неба новыя планеты!...»

Съ самаго начала своей научной дѣятельности и до конца ея, прерванной только смертью въ 1642 г. (8-го января) Галилей былъ убѣжденнымъ сторонникомъ взглядовъ Коперника на строеніе вселенной. Собственныя астрономическія открытія и теоретическія изысканія еще болѣе убѣдили его въ истинѣ основаній коперниковской системы и въ несостоятельности системы Птоломея. Свои отчетливыя и глубокія соображенія по этому поводу Галилей, по обыкновенію, облекъ въ форму «Разговора» и такимъ образомъ въ 1632 г., уже на 68 году его жизни, послѣ препятствій со стороны духовной цензуры того времени, появилось сочиненіе: «Діалогъ Галилео Галилея о двухъ главнѣйшихъ системахъ міра, Птоломеевой и Коперниковой» (*«Dialogo di Galileo Galilei sopra e due massimi sistemi del mondo, Ptolemaico e Copernicano»*). Сокращенное изложеніе этого сочиненія, приводимое Фридрихомъ Даннеманомъ въ его «Очеркахъ исторіи естествознанія» (переводъ М. Ю. Гольдштейна), состоитъ въ слѣдующемъ:

Сальвіати. Итакъ, начнемъ наше разсужденіе съ указанія на то, что, какое бы движеніе ни приписывалось Землѣ, мы, какъ находящіеся на ней и потому принимающіе участіе въ этомъ движеніи, замѣтить его не можемъ, предполагая, разумѣется, что созерцаемъ только земные предметы. Наоборотъ, въ такой же мѣрѣ необходимо допустить, что движеніе это должно намъ казаться присущимъ всѣмъ другимъ предметамъ, не имѣющимъ связи съ Землею и не принимающимъ участіе въ ея движеніи. Правильная метода, помощью которой можно узнать, движется ли Земля, заключается въ наблюденіи надъ другими тѣлами, внѣ Земли находящимися, и въ изслѣдованіи того, не имѣютъ ли они какого-либо кажущагося движенія, общаго для нихъ всѣхъ? Если мы, напримѣръ, усмотримъ извѣстное движеніе на Лунѣ и окажется, что это движеніе не имѣетъ ничего общаго ни съ движеніемъ Венеры, ни съ движеніемъ Юпитера, то мы не можемъ его приписывать и Землѣ [1], а должны считать его принадлежащимъ именно Лунѣ. Но есть одно движеніе общее, господствующее, которое, какъ не трудно видѣть, присуще Солнцу, Лунѣ, планетамъ и неподвижнымъ звѣздамъ—словомъ, всей вселенной, за исключеніемъ Земли: это движеніе съ востока на западъ, происходящее въ продолженіе 24 часовъ. Съ перваго взгляда, по крайной мѣрѣ, кажется, что движеніе это могло бы быть объяснено столько же движеніемъ одной Земли, сколько движеніемъ всего остального міра, за исключеніемъ Земли. Дѣйствительно, явленія будутъ казаться одинаковыми какъ при одномъ допущеніи, такъ и при другомъ. Исходя изъ самыхъ общихъ началъ, я желаю указать тѣ основанія, которыя, повидимому, свидѣтельствуютъ въ пользу движенія Земли. Если мы обратимъ вниманіе хотя бы на гигантскіе размѣры звѣздной сферы по сравненію съ ничтожною величиною земного шара, содержащагося въ этой сферѣ многіе милліоны разъ, и пожелаемъ представить себѣ, какъ велика будетъ скорость движенія, необходимая для того, чтобы въ теченіе одного дня и одной ночи совершился этотъ полный оборотъ вселенной, то, что касается меня —мнѣ непонятно, какимъ образомъ можетъ кто-либо считать болѣе разумнымъ и правдоподобнымъ допущеніе, будто вращается небесная сфера, а недвижимою остается Земля.

Симпличіо. Я не совсѣмъ хорошо понимаю, какимъ образомъ ясно видимое, столь могучее движеніе Солнца, Луны и другихъ планетъ и безчисленныхъ неподвижныхъ звѣздъ, можетъ оказаться совсѣмъ не существующимъ. Неужели вы называете ничѣмъ то, что Солнце переходитъ съ одного меридіана на другой, восходитъ надъ однимъ горизонтомъ, заходитъ подъ другимъ, принося то день, то ночь, что подобныя же перемѣны наблюдаются и относительно Луны, планетъ и звѣздъ?

Сальвіати. Всѣ перечисленныя измѣненія происходятъ лишь по отношенію къ Землѣ. Чтобы убѣдиться въ этомъ, представьте себѣ только, что Земля совсѣмъ не существуетъ. Тогда, конечно, не будетъ ни восхода, ни заката Солнца или Луны, не будетъ ни горизонтовъ, ни меридіановъ, ни дня, ни ночи, однимъ словомъ, сказанное движеніе не произведетъ никакой перемѣны въ отношеніи Луны къ Солнцу или къ любому свѣтилу—будь это планета или неподвижная звѣзда. Всѣ эти перемѣны происходятъ лишь по отношенію къ Землѣ; онѣ, въ сущности, состоятъ только въ томъ, что Солнце сначала видимо въ Китаѣ, потомъ въ Персіи, затѣмъ въ Египтѣ, Греціи, Франціи, Испаніи, Америкѣ и т. д., и что то же самое относится къ Лунѣ и другимъ свѣтиламъ. Здѣсь происходитъ то же, что и въ томъ случаѣ, когда мы, оставивъ въ сторонѣ вселенную, допустимъ лишь вращеніе земного шара вокругъ своей оси. Но при допущеніи вращенія небеснаго свода создается большая путаница. Если мы приписываемъ такое движеніе небу, то должны при этомъ допустить, что оно, это движеніе, противоположно собственнымъ движеніямъ всѣхъ планетъ, совершающимся съ запада на востокъ, движеніямъ весьма медленнымъ. Если же, наоборотъ, допустить движеніе Земли вокругъ своей оси, то исчезаетъ необходимость принимать такую противоположность.

---

[1] Т.-е. не можемъ считать его кажущимся вслѣдствіе того, что движется Земля.

Еще болѣе увеличивается невѣроятность (вращенія небеснаго свода), если принять во вниманіе, что съ принятіемъ этого необходимо будетъ допустить полный переворотъ въ томъ порядкѣ круговыхъ движеній всѣхъ планетъ, который вполнѣ доказанъ. Дѣйствительно, чѣмъ больше въ этомъ случаѣ сфера вращенія, тѣмъ больше времени нужно для ея обращенія; чѣмъ меньше она, тѣмъ меньше нужно и времени. Сатурнъ, орбита котораго по величинѣ превышаетъ орбиту всѣхъ планетъ, совершаетъ свой полный оборотъ въ тридцать лѣтъ. Юпитеръ обращается по своей орбитѣ въ 12 лѣтъ, Марсъ въ два года, Луна свою еще меньшую орбиту проходитъ въ мѣсяцъ. То же самое мы ясно наблюдаемъ и относительно медицейскихъ свѣтилъ [1]). Ближайшая изъ нихъ къ Юпитеру совершаетъ свой оборотъ въ очень короткое время, приблизительно въ 42 часа, слѣдующая за ней въ 3½ дня, третья въ 7 дней и самая отдаленная въ 16 дней. Если мы припишемъ Землѣ 24-хъ-часовое движеніе вокругъ своей оси, то и она подойдетъ подъ это всеобщее правило. Но, предположивъ, что Земля неподвижна, придется сначала перейти отъ самаго кратковременнаго оборота Луны ко все болѣе продолжительнымъ оборотамъ—двухлѣтнему Марса, 12-тилѣтнему Юпитера, 30-ти-лѣтнему Сатурна, а затѣмъ, внезапно, къ несравненно большей сферѣ, полный оборотъ которой долженъ, однако, происходить въ 24 часа. Если же, наоборотъ, мы примемъ, что Земля движется, то скорость всѣхъ этихъ вращеній сохранитъ свою послѣдовательность, и мы отъ самаго медленнаго движенія Сатурна перейдемъ къ вполнѣ неподвижнымъ звѣздамъ. Благодаря этому, мы избѣжимъ затрудненія, съ которымъ необходимо связано только что указанное обстоятельство при допущеніи подвижности звѣздной сферы. Я говорю о громадной неправильности въ движеніи звѣздъ, изъ которыхъ нѣкоторыя должны бы были двигаться необыкновенно скоро по кругамъ невѣроятной величины, а другія — очень медленно по малымъ, такъ какъ однѣ находятся ближе, а другія дальше отъ центра. Въ такомъ допущеніи лежитъ опять большая несообразность, такъ какъ мы видимъ съ одной стороны, что всѣ свѣтила, движеніе которыхъ вполнѣ доказано, вращаются по большимъ кругамъ, а потому кажется вовсе нецѣлесообразнымъ, чтобы тѣла, вращающіяся кругообразно, будучи помѣщены въ громадномъ разстояніи отъ центра вращенія, двигались по совсѣмъ малымъ кругамъ. Далѣе еще одна несообразность: она заключается въ необходимости допустить, что не только величина различныхъ круговъ, а вмѣстѣ съ ними и скорости движеній неодинаковы у разныхъ звѣздъ, но что однѣ и тѣ же звѣзды измѣняютъ свои пути и скорости. Дѣйствительно, тѣ звѣзды, которыя двѣ тысячи лѣтъ назадъ находились на экваторѣ и потому въ своемъ движеніи описывали большіе круги, должны теперь, удалившись на много градусовъ отъ экватора, двигаться медленнѣе и по меньшимъ кругамъ. По прошествіи не очень долгаго времени можетъ оказаться, что которая-нибудь изъ звѣздъ, бывшая до сихъ поръ въ движеніи, совпадетъ съ полюсомъ и станетъ неподвижной, а затѣмъ по истеченіи еще нѣкотораго времени опять начнетъ двигаться. Другія же свѣтила, движеніе которыхъ точно также подлежитъ сомнѣнію, имѣя круговую орбиту, окажутся сохраняющими ее безъ перемѣны. Еще болѣе увеличивается невѣроятность этихъ допущеній, если подумаемъ, что невозможно даже представить себѣ, какою твердостью должна обладать та удивительная сфера[1]), въ глубинахъ которой такъ прочно укрѣплено столько звѣздъ, и что онѣ, нигдѣ не измѣняя своего относительнаго положенія, несмотря на такое разнообразіе движеній, равномѣрно сохраняютъ свои скорости обращенія. Или же, если предположить, — что гораздо вѣроятнѣе, — что небо жидко, и что каждая звѣзда совершаетъ свой путь сама по себѣ, то по какому же закону и на какомъ основаніи пути ихъ должны быть такъ устроены, что, наблюдаемые съ Земли, кажутся какъ бы заключенными въ одной сферѣ? Мнѣ кажется, что для того, чтобы достичь этихъ правильностей, было бы гораздо удобнѣе сдѣлать эти звѣзды неподвижными, подобно, напримѣръ, камнямъ на мостовой, которые легче сохраняютъ свой порядокъ, нежели бѣгающія по нимъ на площади дѣти. Въ заключеніе есть и еще одно—седьмое возраженіе. Если мы суточное движеніе припишемъ небесной сферѣ, то вмѣстѣ съ тѣмъ мы должны ей приписать необыкновенную силу для того, чтобы она могла увлекать съ собою безчисленное множество громаднѣйшихъ, большихъ, нежели Земля, неподвижныхъ звѣздъ и планетъ, въ то время какъ эти послѣднія, такъ, какъ и Земля, движутся въ противоположномъ направленіи. Такимъ образомъ, оказалось бы, что только единственный маленькій земной шаръ почему-то упрямо и своевольно противится этой страшной силѣ—допущеніе, которое, какъ мнѣ кажется, имѣетъ очень многое противъ себя. Я не могъ бы также объяснить, почему Земля, которая свободно виситъ на своемъ центрѣ и окружена жидкою средою, не поддается этому общему круговращенію. Ничего подобнаго указаннымъ затрудненіямъ не произойдетъ, если мы допустимъ, что Земля движется, и что она, какъ маленькое, сравнительно со вселенною, незамѣтное тѣло, никакого насилія надъ этой вселенной произвести не можетъ.

---

[1]) Подъ «медицейскими» свѣтилами Галилей, какъ указано на стр. 35, разумѣетъ спутниковъ Юпитера, которые были имъ открыты въ 1610 г. и названы въ честь тосканскаго правительствующаго дома «Sidera Mediacea». Эти спутники съ своимъ центральнымъ тѣломъ разсматривались Галилеемъ, какъ малая планетная система, и ихъ существованіе еще болѣе упрочивало въ Галилеѣ вѣру въ справедливость воззрѣній Коперника.

Симпличіо. Вы, кажется, вездѣ основываете свои доказательства на большей простотѣ и легкости, съ которою выполняются одни и тѣ же дѣйствія. Вы думаете, что допущеніе движенія одной только Земли столь же достаточно для объясненія всего, какъ и движенія остальной вселенной; фактическій процессъ въ первомъ случаѣ вы считаете гораздо болѣе легкимъ, чѣмъ во второмъ. Но для могущества Создателя, могущества безконечно великаго, одинаково легко двигать какъ всю вселенную, такъ и Землю или соломину. Если же его могущество безконечно, то почему же и этому могуществу не проявиться скорѣе въ большей своей части, нежели въ меньшей?

---

[1]) По мнѣнію послѣдователей Аристотеля, вокругъ неподвижнаго земного шара вращаются концентрическія шаровыя оболочки, въ которыхъ расположены Луна, Солнце, планеты и неподвижныя звѣзды. Шли даже споры о томъ, изъ чего состоятъ эти оболочки—изъ твердаго или изъ жидкаго вещества.

Сальвіати. Если бы я сказалъ, что вселенная не движется вслѣдствіе безсилія своего Повелителя, то я бы заблуждался, и тогда ваше осужденіе было бы умѣстно. Я согласенъ съ тѣмъ, что для безконечной силы все равно, двигать ли сто тысячъ, или одно. Но сказанное мною относится не къ тому, *кто* движетъ, а къ тому, *что* движется. Что же касается того, что для безконечной силы болѣе приличествуетъ проявиться на большемъ дѣлѣ, чѣмъ на меньшемъ, то на это я отвѣчу, что по сравненію съ безконечностью одна часть не больше другой,—разъ каждая изъ нихъ конечна. Поэтому неправильно утверждать, что 100 000 есть большая часть безконечнаго числа, чѣмъ 20, несмотря на то, что первое число больше второго въ 50 000 разъ. Итакъ, если мы принимаемъ, такимъ образомъ, во вниманіе движимыя тѣла и усматриваемъ въ движеніи Земли процессъ болѣе простой, нежели въ движеніи вселенной, если мы, затѣмъ, при такомъ взглядѣ на дѣло получаемъ и другія упрощенія, то, по весьма справедливой аксіомѣ Аристотеля: — «frustra fit per plura, quod potest fieri per pauciora» (безцѣльно примѣнять многое тамъ, гдѣ можно достичь посредствомъ малаго), суточное движеніе Земли должно представляться намъ гораздо болѣе вѣроятнымъ, чѣмъ движеніе всей вселенной и покой Земли.

Выпускомъ въ свѣтъ этого знаменитаго сочиненія Галилей докончилъ дѣло Коперника и завершилъ главное дѣло всей своей жизни. Астрономическая система Птоломея и положенная въ ея основу физика Аристотеля были разрушены навѣки. Мастерское и популярное изложеніе научныхъ вопросовъ, интересовавшихъ и волновавшихъ тогда все образованное человѣчество, создало книгѣ необыкновенный успѣхъ. Но этотъ-то успѣхъ наиболѣе озлобилъ духовенство и не дремавшихъ враговъ Галилея, ученыхъ схоластовъ.

Дѣло въ томъ, что еще въ 1616 году приговоромъ индексъ-конгрегаціи (католическая духовная цензура) было объявлено, что ученіе Пиѳагора о движеніи Земли и неподвижности Солнца, возстановленное Николаемъ Коперникомъ въ книгѣ «Обращенія небесныхъ тѣлъ», осуждается, какъ противное *католической истинѣ.* Точно также осуждались и предавались *сожженію* всѣ книги, поддерживающія это ученіе.

Въ теченіе всей своей дѣятельности Галилею неоднократно приходилось терпѣть, скромно говоря, непріятности за свою приверженность къ ученію Коперника. Наконецъ, со стороны коллегіи кардиналовъ и святѣйшей инквизиціи ему весьма недвусмысленно дали понять, чтобы онъ разъ навсегда отказался отъ всякой поддержки и защиты Коперниковой системы; и Галилей слишкомъ хорошо зналъ значеніе такого чуть ли не приказанія. Тѣмъ болѣе чести мужеству Галилея, все-таки проведшаго свою книгу съ помощью всякихъ уловокъ черезъ Сциллу и Харибду духовной цензуры и издавшаго ее, несмотря ни на что.

Положимъ, что Галилей былъ слишкомъ опытный и искушенный борецъ, чтобы бросить прямой вызовъ «католической истинѣ». Діалогическая форма сочиненія давала ему въ руки отличное средство, чтобы скрыть собственное мнѣніе о предметѣ. Дѣло, казалось, обстояло такъ: собесѣдники спорятъ: одинъ отстаиваетъ одну точку зрѣнія, другой—другую. Вотъ и все. Однако доводы коперникіанца были слишкомъ ужъ убѣдительны и ясны. Но возраженія Симпличіо раздразнили слишкомъ ужъ многихъ ученыхъ гусей. Говорятъ, что въ нѣкоторыхъ изъ этихъ возраженій узналъ собственныя свои слова тогдашній папа Урбанъ VIII, и это окончательно рѣшило участь Галилея. Почти семидесятилѣтній старикъ, предметъ удивленія всѣхъ передовыхъ умовъ Европы, гордость Италіи,—великій мыслитель былъ вызванъ на судъ инквизиціоннаго трибунала, и ему грозила участь Джіордано Бруно.

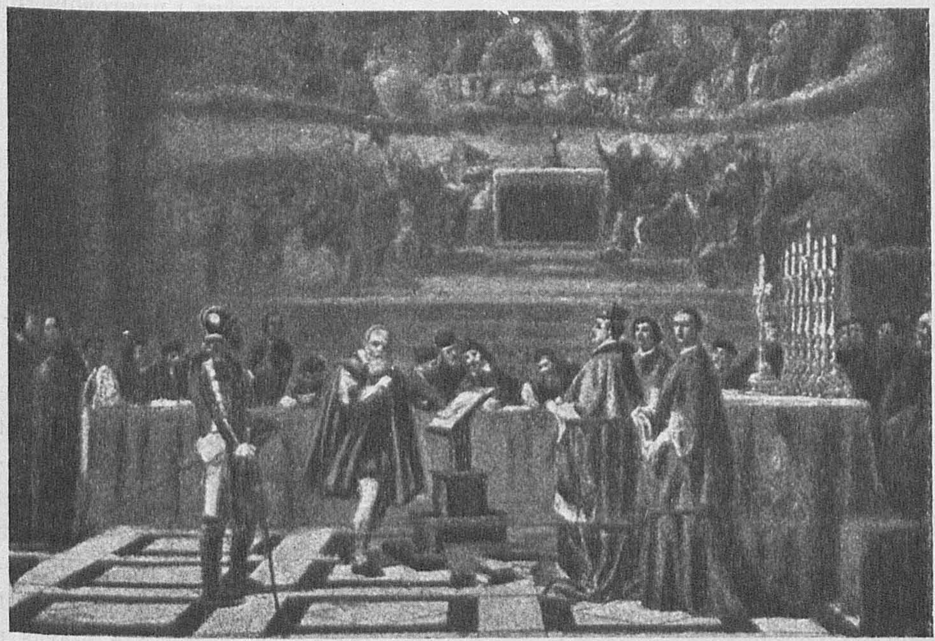


Рис. 14. Отреченіе Галилея.
По картинѣ въ Tribuna di Galilei во Флоренціи.

«Посмѣемся же, мой Кеплеръ, великой глупости людской!»—писалъ 46-лѣтній Галилей (см. стр. 36) въ расцвѣтѣ силъ и таланта своему знаменитому коллегѣ. Теперь, на старости лѣтъ, ему приходилось убѣ-

Всесоюзная Библиотека имени В. И. Ленина

Публичная Библиотека имени Ленина

ждаться, что эта великая человѣческая глупость съ добавленіемъ великой человѣческой подлости и изувѣрства могутъ привести къ послѣдствіямъ совсѣмъ несмѣшного характера. Исторія суда надъ старцемъ Галилеемъ есть одна изъ самыхъ грустныхъ и позорныхъ страницъ въ длинной лѣтописи насилій узаконившаго себя грубаго произвола надъ свободой творчества благороднаго человѣческаго ума. Входить въ подробности этого суда мы не можемъ. Скажемъ лишь, что Галилею все же посчастливилось имѣть нѣсколькихъ могущественныхъ и благородныхъ покровителей, благодаря ходатайствамъ и настояніямъ которыхъ участь старика была смягчена. Его не сожгли, а только заставили публично и въ самыхъ унизительныхъ выраженіяхъ *отречься* отъ ученія, которому онъ посвятилъ всю свою славную жизнь, а затѣмъ приговорили къ безсрочному заключенію въ тюрьмѣ. Впрочемъ, переводы какъ приговора надъ Галилеемъ, такъ и его вынужденнаго отреченія лучше всего обрисуютъ намъ этотъ заключительный актъ великой трагедіи науки.

22-го іюня 1633 года Галилея изъ тюрьмы инквизиціи привели въ церковь S. Maria sopra la Minerva, поставили предъ судьями на колѣни и въ присутствіи многочисленнаго собранія кардиналовъ и прелатовъ заставили выслушать слѣдующую, такъ называемую, *сентенцію*, т. е. актъ осужденія:

«Мы,—Каспаръ Борджіа, настоятель церкви Св. Креста, Феликсъ Чентино де Асколи, настоятель церкви Св. Анастасіи, Гвидо Бентивольо, настоятель церкви S. Maria Populi, Дезидерій Скалья де Кремона, настоятель церкви Св. Карла, Антоній Барберино, настоятель церкви Св. Онуфрія, Лаудивій Цакхіа, настоятель церкви s. Petri in Vinculis, Берлингеро Гессіо, настоятель церкви Св. Августина, Фабрицій Вероспіо, пресвитеръ и настоятель церкви Св. Лоренцо in Pane, Франческо Барберини, настоятель церкви Св. Лоренца дамасскаго, и Мартинъ Гинетти, настоятель церкви S. Maria Novella,— милостіею Божіею кардиналы Святой Римской церкви и генеральные инквизиторы, отъ апостольскаго престола наряженные противъ ереси во всемъ христіанскомъ мірѣ,

принимая во вниманіе, что ты, Галилей, сынъ покойнаго Винченцо Галилея, флорентинца, имѣющій 70 лѣтъ отъ роду, сознался самъ предъ симъ священнымъ судилищемъ въ 1615 г., что держишься ложнаго, многими принимаемаго за истинное, ученія, по которому Солнце есть неподвижный центръ міра, а Земля вращается суточнымъ движеніемъ;

принимая во вниманіе, что ты имѣлъ многихъ учениковъ, которымъ преподавалъ это ученіе; затѣмъ, что ты состоялъ по сему предмету въ перепискѣ со многими нѣмецкими математиками; далѣе, что ты обнародовалъ нѣкоторыя сочиненія о солнечныхъ пятнахъ, въ которыхъ излагалъ это ученіе какъ *истинное*, и что въ отвѣтъ на возраженія, направленныя противъ твоего ученія на основаніи словъ Св. Писанія, отвѣчалъ, истолковывая его по своему; принимая во вниманіе, что впослѣдствіи появилась копія одного сочиненія въ формѣ письма, признанная твоимъ письмомъ къ одному изъ твоихъ учениковъ, въ каковомъ сочиненіи ты, примыкая къ гипотезѣ Коперника, излагалъ мнѣнія и положенія, противныя истинному смыслу и авторитету Св. Писанія, священный трибуналъ, желая положить предѣлъ соблазнамъ и ущербу въ отношеніи святой вѣры, отсюда проистекающимъ и умножающимся, по приказанію нашего владыки и высокопреосвященнѣйшихъ кардиналовъ сей верховной и всемірной инквизиціи, опредѣлилъ: подвергнуть обсужденію богослововъ-квалификаторовъ оба положенія — о неподвижности Солнца и о движеніи Земли. И ученые богословы постановили такъ: положеніе, что Солнце находится въ центрѣ міра и не движется въ пространствѣ, — нелѣпо, философски-ложно и формально-еретично, ибо прямо противорѣчитъ Св. Писанію; положеніе, что Земля не есть центръ вселенной и не неподвижна, но движется суточнымъ движеніемъ, также философски-нелѣпо и съ богословской точки зрѣнія ложно и противно вѣрѣ. Но такъ какъ намъ угодно было поступить съ тобою милосердно, то священная конгрегація 25 февраля 1616 г., въ присутствіи владыки нашего, постановила: дабы его высокопреосвященетво кардиналъ Беллярмини убѣдилъ тебя оставить это ложное ученіе, и чтобы въ случаѣ отказа съ твоей стороны коммисаръ св. инквизиціи приказалъ тебѣ отказаться отъ упомянутаго ученія и запретилъ бы тебѣ преподавать, защищать его или писать о немъ, и что въ случаѣ неподчиненія приказанію ты долженъ быть заключенъ въ тюрьму.

Во исполненіе этого распоряженія, на слѣдующій день во дворцѣ высокопреосвященнѣйшаго кардинала Беллярмина, послѣ кроткаго увѣщанія, сдѣланнаго тебѣ сказаннымъ кардиналомъ, тебѣ было приказано комиссаромъ св. инквизиціи, въ присутствіи нотаріуса и свидѣтелей, совершенно отречься отъ того ложнаго ученія и воздержаться на будущее время защищать его или преподавать какимъ бы то ни было образомъ устно или письменно; и, взявъ съ тебя обѣщаніе повиноваться, тебя отпустили.

Принимая во вниманіе, что для совершеннаго разрушенія столь вреднаго ученія и для воспрепятствованія его распространенію къ великому ущербу для каотлической истины священная конгрегація индекса издала декретъ, запрещавшій книги, разсуждающія объ этомъ ученіи, и объявила оное ложнымъ и безусловно противнымъ Священному и Божественному Писанію.

Принимая, наконецъ, во вниманіе, что въ прошломъ году во Флоренціи появилась книга, заглавіе которой указываетъ, что ея авторомъ былъ ты, такъ какъ она озаглавлена «Діалогомъ Галилео Галилеи о двухъ главныхъ системахъ міра — Птоломеевой и Коперниковой», и что св. конгрегація убѣдилась, что опубликованіе этой книги имѣло слѣдствіемъ большее и большее укорененіе ложнаго ученія о движеніи Земли и о неподвижности Солнца, сказанная книга была подвергнута тщательному разсмотрѣнію и въ ней найдено явное нарушеніе даннаго тебѣ приказанія, ибо въ книгѣ этой ты защищаешь осужденное и въ твоемъ присутствіи признанное ложнымъ ученіе, хотя и прибѣгаешь къ разнаго рода уловкамъ, чтобы заставить думать, что ты оставилъ это ученіе, какъ недоказанное и лишь правдоподобное, что опять составляетъ великое заблужденіе, ибо никакимъ образомъ нельзя считать правдоподобнымъ мнѣніе, признанное безусловно противнымъ Божественному Писанію.

Въ виду этого по нашему приказанію ты былъ вызванъ предъ лицомъ священнаго судилища, гдѣ, спрошенный подъ присягою, сознался, что книга написана и напечатана тобою. Ты сознался, что началъ писать эту книгу двѣнадцать лѣтъ тому назадъ, т. е. послѣ того, какъ тебѣ дано было вышеупомянутое приказаніе; далѣе, испрашивая разрѣшеніе печатать, ты скрылъ отъ цензоровъ, что тебѣ запрещено уже придерживаться, защищать и преподавать какимъ бы то ни было способомъ сказанное ученіе.

Равнымъ образомъ ты сознался, что во многихъ мѣстахъ это сочиненіе написано было такъ, что читатель можетъ скорѣе поддаться приведеннымъ аргументамъ въ пользу ложнаго ученія, чѣмъ вынести убѣжденіе въ его несостоятельности. Въ свое оправданіе ты заявляешь, что впалъ въ заблужденіе, столь далекое, по твоимъ словамъ, отъ истиннаго твоего намѣренія, потому, что далъ книгѣ форму діалога, а также въ силу естественной въ каждомъ человѣкѣ наклонности увлекаться своими собственными доводами и стараться выказать больше проницательности, чѣмъ другіе, изобрѣтая даже въ защиту ложныхъ положеній остроумные и правдоподобные доводы.

Въ виду того, что для защиты тебѣ былъ данъ достаточный срокъ, ты представилъ удостовѣреніе, написанное рукою его высокопреосвященства кардинала Беллярмина, данное, по твоимъ словамъ, для того, чтобы ты могъ указать на него въ защиту противъ клеветы враговъ, распространившихъ слухъ, что ты вынужденъ былъ отречься отъ своихъ мнѣній и потерпѣлъ наказаніе отъ св. инквизиціи; но въ удостовѣреніи сказано, что ты не отказывался ни отъ какого изъ своихъ мнѣній и не подвергался взысканію, а что тебѣ сообщено было только приказаніе нашего владыки и изданное священною конгрегаціею индекса постановленіе о томъ, что доктрина движенія Земли и неподвижности Солнца противна Св. Писанію и не можетъ быть ни защищаема, ни распространяема. Ты приводишь въ свое оправданіе, что въ томъ удостовѣреніи нѣтъ словъ «преподавать» и «какимъ бы то ни было образомъ», а потому это приказаніе, по истеченіи 14 или 16 лѣтъ, могло быть тобою забыто, и что именно потому ты и умолчалъ объ этомъ приказаніи, испрашивая разрѣшеніе издать книгу.

Все это говоришь ты не для оправданія себя въ заблужденіи, но съ цѣлью приписать его скорѣе пустому тщеславію, чѣмъ злому намѣренію. Но это именно удостовѣреніе еще болѣе ухудшаетъ твое положеніе, ибо оно объявляетъ вышесказанное мнѣніе противнымъ Св. Писанію, между тѣмъ ты осмѣлился излагать его, защищать и представлять какъ правдоподобное. Не говоритъ въ твою пользу и дозволеніе, которое ты успѣлъ выманить хитростью и обманомъ, ничего не сказавъ цензору о данномъ тебѣ приказаніи, которому обязанъ былъ повиноваться.

Въ виду того, что, какъ намъ казалось, ты не сказалъ всей правды о своихъ намѣреніяхъ, мы нашли нужнымъ приступить къ строгому розыску (examen rigorosum), на которомъ ты отвѣчалъ, какъ подобаетъ католику. Въ силу вышеизложеннаго, по зрѣломъ обсужденіи обстоятельствъ твоего дѣла, принявъ во вниманіе твое сознаніе и все, что по справедливости подлежало разсмотрѣнію и обсужденію, мы пришли касательно тебя къ слѣдующему рѣшенію:

Призывая священное имя Господа нашего Іисуса Христа и Всеславной Матери

Его, Непорочной Дѣвы Маріи, въ силу нашего окончательнаго мнѣнія, согласнаго съ мнѣніемъ достопочтенныхъ магистровъ богословія и докторовъ обоихъ правъ, совѣтниковъ нашихъ при семъ судилищѣ касательно твоего дѣла, раскрытаго предъ нами великолѣпнымъ Карломъ Синцерусомъ, докторомъ обоихъ правъ и фискалъ-прокураторомъ священной инквизиціи— съ одной стороны, и съ тобою, Галилео Галилеи, подсудимымъ въ настоящемъ процессѣ—съ другой стороны, постановляемъ и объявляемъ слѣдующее:

Въ силу изложеннаго въ этомъ актѣ и согласно съ собственнымъ твоимъ сознаніемъ, ты, именуемый Галилей, призванъ на сей судъ какъ сильно подозрѣваемый въ ереси, ибо ты вѣрилъ и поддерживалъ ученіе ложное и противное Священному и Божественному Писанію, а именно: что Солнце есть центръ земной орбиты, что оно не движется съ востока на западъ, что Земля движется и не есть центръ міра, и что это мнѣніе можно считать правдоподобнымъ и защищать, не взирая на то, что оно было объявлено противнымъ Св. Писанію; по этой причинѣ ты подлежишь всемъ взысканіямъ и наказаніямъ, изрекаемымъ священными канонами и другими постановленіями общими и особенными противъ таковыхъ провинившихся.

Но отъ таковыхъ наказаній намъ желательно избавить тебя подъ условіемъ, чтобы предварительно—чистосердечно и съ искреннею вѣрою, въ присутствіи нашемъ, ты отрекся, возненавидѣлъ и проклялъ сказанныя заблужденія и ересь и всякія иныя заблужденія и ереси, противныя католической, апостольской и римской церкви, по формулѣ, какая тебѣ нами будетъ предложена. Но дабы твое вредное заблужденіе и тяжкое ослушаніе не остались безнаказанными и дабы на будущее время ты былъ осмотрительнѣе, подавая примѣръ другимъ, въ видахъ предостереженія ихъ отъ подобныхъ же заблужденій, опредѣляемъ: книгу «Діалогъ Галилео Галилеи» воспретить особымъ указомъ, тебя же подвергнуть заключенію въ тюрьму (ad formalem carcerem) при сей священной инквизиціи на время, какое намъ угодно будетъ назначить, и наложить на тебя въ видѣ эпитеміи—прочитывать въ теченіе трехъ слѣдующихъ лѣтъ, разъ въ недѣлю, семь покаянныхъ псалмовъ; но по усмотрѣнію нашему сказанныя наказанія и эпитеміи могутъ быть ослаблены, измѣнены и совсѣмъ отмѣнены».

Выслушавъ этотъ приговоръ, Галилей, стоя на колѣняхъ и положивъ руку на Евангеліе, произнесъ предъ собраніемъ слѣдующее клятвенное отреченіе:

«Я, Галилео Галилей, сынъ покойнаго Винченцо Галилея изъ Флоренціи, 70 лѣтъ, самолично поставленный предъ судомъ, преклонивъ колѣна предъ ихъ эминенціями, досточтимыми кардиналами генералъ-инквизиторами противъ еретической злобы во всемъ христіанскомъ мірѣ, имѣя предъ глазами Святое Евангеліе, коего касаюсь собственными руками, клянусь, что всегда вѣровалъ, нынѣ вѣрую и съ помощью Божіею впредь вѣровать буду во все, что святая католическая и апостольская римская церковь за истинное пріемлетъ, что проповѣдуетъ и чему учитъ. Но такъ какъ я—послѣ того, какъ мнѣ отъ сего судилища сообщено было повелѣніе, чтобы совсѣмъ оставилъ ложное мнѣніе, будто Солнце есть центръ міра и недвижно, Земля же не центръ и движется, и чтобы не смѣлъ держаться такого ложнаго мнѣнія, не защищалъ его, не преподавалъ какимъ-либо способомъ или писаніемъ и послѣ того, какъ мнѣ указано было, что ученіе это противно Священному Писанію,—написалъ и напечаталъ книгу, въ которой излагаю это осужденное уже ученіе и привожу съ настойчивостью аргументы въ его пользу, не давая опроверженія оныхъ, то посему подвергся суду, какъ сильно заподозрѣнный въ ереси, а именно, что держусь мнѣнія и вѣрю, будто Солнце центръ міра и недвижно, Земля же движется. Желая изъять изъ умовъ вашихъ эминенцій и всякаго христіанина католика сіе сильное справедливо возникшее противъ меня подозрѣніе, я, съ чистымъ сердцемъ и вѣрою неложною, отрекаюсь отъ упомянутыхъ заблужденій и ересей, проклинаю ихъ и отвращаюсь отъ нихъ и вообще отъ всякихъ заблужденій и сектъ, противныхъ сказанной святой церкви. Клянусь, что въ будущемъ ни устно, ни письменно не выскажу чего-либо, способнаго возбудить противъ меня подобное подозрѣніе. И если узнаю какого-либо еритика или внушающаго подозрѣніе въ ереси, не премину донести о немъ сему священному судилищу или инквизитору или ординарію того мѣста, гдѣ буду находиться. Клянусь, кромѣ того, и обѣщаю всѣ эпитеміи, наложенныя на меня или кои будутъ наложены, съ точностью исполнять и соблюдать. А если, сохрани Боже, совершу что-либо противное симъ моимъ обѣщаніямъ, протестаціямъ и клятвамъ, то подлежу всѣмъ наказаніямъ и казнямъ, кои священными канонами и другими общими и частными постановленіями установлены и обнародованы противъ такого рода нарушителей. Да поможетъ мнѣ Богъ и святое его евангеліе, коего касаюсь руками.

Въ удостовѣреніе того, что я Галилео Галилей, какъ выше приведено, отрекся, поклялся, обѣщалъ и обязалъ себя, я собственноручно подписалъ сей актъ и отъ слова до слова прочелъ его въ Римѣ въ монастырѣ Минервы сего 22-го іюня 1633 г.». Подписано: «*Ego Galileus Galilei adjuravi ut supra manu propria*».

Борьба пробудившагося и воспрянувшаго подъ ударами реформаціоннаго движенія католицизма съ возрождающейся научной мыслью, казалось, была окончена побѣдой церкви. Съ одной стороны жалкій, согбенный и колѣнопреклоненный старикъ, отрекающійся отъ противорѣчія «католической истинѣ», а съ другой—блестящее собраніе гордыхъ, могущественныхъ и торжествующихъ князей католицизма... Какой контрастъ, какая побѣда, какое униженіе науки, стремящейся вырваться изъ начертанныхъ инквизиціоннымъ трибуналомъ рамокъ!

Но потомство разсудило иначе: оно безъ всякихъ колебаній простило Галилею его вынужденное отреченіе, какъ Христосъ простилъ вынужденное отреченіе Петра. Мало того,—это унизительное отреченіе то же потомство заключило словами «а всетаки движется» (т. е. Земля), сказанными, будто бы, Галилеемъ въ заключеніе унизительной процедуры. Само собой разумѣется, что подобныхъ словъ Галилей не могъ произнести. Это ясно изъ всѣхъ обстоятельствъ дѣла и всей обстановки процесса. Но сущность вопроса отъ этого не мѣняется. Придумавъ эту красивую легенду, человѣчество ясно показало, что въ великомъ спорѣ науки съ духовенствомъ—оно стало на сторону науки.

Толчокъ, встряхнувшій человѣческое сознаніе, былъ данъ. Ни костры святѣйшей инквизиціи, ни громы папскихъ проклятій не могли отнынѣ задержать правильнаго развитія воззрѣній на устройство вселенной. 27 лѣтъ спустя послѣ появленія книги Коперника въ мѣстечкѣ Вейль (въ Виртембергѣ) родился современникъ Галилея знаменитый Кеплеръ (1571—1630), настолько дополнившій и усовершенствовавшій систему Коперника, что получилъ у послѣдующихъ астрономовъ знаменательное названіе «законодателя неба».

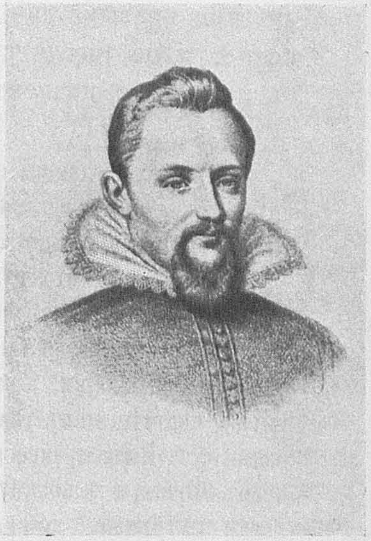


Рис. 15. Іоганнъ Кеплеръ.

Доказывая обращеніе Земли и другихъ планетъ около Солнца, Коперникъ, какъ мы видѣли, предполагалъ, что всѣ эти движенія совершаются равномѣрно по замкнутымъ путямъ *(орбитамъ)*, имѣющимъ форму правильной окружности, въ центрѣ которой находится Солнце. Такое предположеніе не вполнѣ согласовалось, однако, съ тѣми точными наблюденіями надъ различными положеніями планетъ при ихъ годовомъ движеніи, которыя вскорѣ оказались въ распоряженіи астрономовъ; и это несоотвѣтствіе давало сильное оружіе въ руки противниковъ Коперниковой системы. Такъ обстояло дѣло до тѣхъ поръ, пока за разработку точныхъ наблюденій надъ движеніями свѣтилъ не взялся Кеплеръ, который съ полнымъ правомъ смогъ противникамъ Коперника бросить слѣдующую ставшую знаменитой фразу:

— Оставьте въ покоѣ математическія истины: вашъ топоръ, которымъ вы хотѣли перерубить желѣзо, не въ состояніи тронуть даже дерево!

Современникомъ Кеплера былъ замѣчательный по точности своихъ наблюденій астрономъ Тихо Браге (1546—1601). Обрабатывая многолѣтнія наблюденія послѣдняго надъ положеніями планеты Марса, Кеплеръ установилъ три знаменитыхъ *закона*, по которымъ всѣ планеты, и наша Земля въ томъ числѣ, вращаются около Солнца. Первый и второй законы планетнаго движенія онъ приводитъ въ 1609 году въ сочиненіи «Новая астрономія движеній свѣтила Марса» (*«Astronomia nova de motibus stellae Martis»*). Черезъ десять лѣтъ въ 1619 году былъ опубликованъ и третій законъ въ сочиненіи *«Harmonices mundi»*.

Изысканія Кеплера прежде всего подтвердили, что всѣ планеты дѣйствительно обращаются вокругъ Солнца согласно съ заключеніями

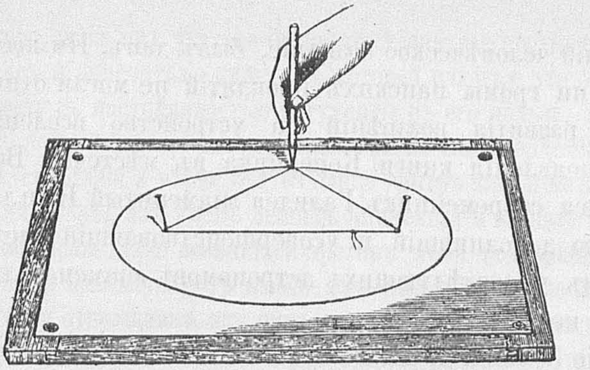


Рис. 16. Вычерчиваніе эллипса.

Коперника, но орбиты (пути) ихъ не суть правильныя окружности, а нѣкоторыя *овальныя* кривыя, которымъ въ геометріи дано названіе эллипсовъ (или эллипсисовъ). Итакъ, для правильнаго пониманія великихъ законовъ Кеплера необходимо ознакомиться, хотя въ общихъ чертахъ, кромѣ круга, съ нѣкоторыми другими кривыми линіями. Такое ознакомленіе не представляетъ трудностей и не требуетъ много времени. Изложеніе законовъ Кеплера съ него мы и начнемъ.

Эллипсъ.—Эллипсъ есть замкнутая овальная кривая, представленіе о которой читатель получитъ, взглянувъ на прилагаемые здѣсь чертежи (рис. 16 и 17). Вычертить эту кривую можно слѣдующимъ образомъ.

Положите на столъ листъ бумаги и воткните въ бумагу двѣ булавки или двѣ кнопки на какомъ-либо разстояніи другъ отъ друга. Затѣмъ возьмите нитку и свяжите два конца ея такъ, чтобы образовалось кольцо, которое надѣньте на эти 2 булавки или кнопки. Помѣстите затѣмъ въ нитяное кольцо карандашъ, натяните нити и чертите, какъ указано на рис. 16, стараясь, чтобы нить оставалась всегда натянутой. Вы получите ту замкнутую овальную кривую, которая называется эллипсомъ. Точки, гдѣ воткнуты булавки, называются *фокусами* эллипса. Втыкая булавки то ближе, то дальше другъ отъ друга, вы легко убѣдитесь, что чѣмъ ближе будутъ фокусы другъ къ другу, тѣмъ болѣе эллипсъ будетъ приближаться къ кругу, и наоборотъ, чѣмъ фокусы дальше другъ отъ друга, тѣмъ эллипсъ растянутѣе.

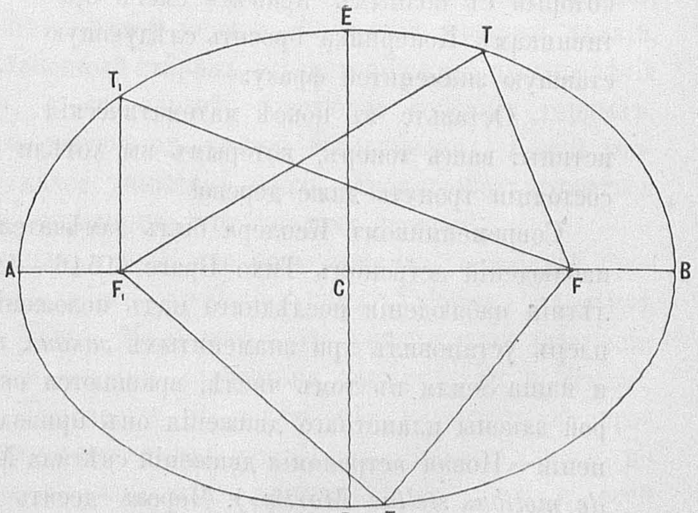


Рис. 17. Эллипсъ.

Прямая, соединяющая какую-либо точку эллипса съ любымъ изъ его фокусовъ, носитъ названіе *радіуса-вектора.* Изъ описаннаго способа черченія эллипса вы легко можете вывести и главное свойство этой кривой, отличающее ее отъ всѣхъ другихъ оваловъ, — именно: какую бы точку эллипса вы ни соединили прямыми съ фокусами, *сумма этихъ прямыхъ* для даннаго эллипса всегда равна одной и той же величинѣ. Иначе говоря: *сумма радіусовъ-векторовъ эллипса есть величина постоянная.*

Отсюда слѣдуетъ, что эллипсъ можно опредѣлить какъ *геометрическое мѣсто такихъ точекъ, сумма разстоянія которыхъ отъ 2-хъ данныхъ заранѣе точекъ (фокусовъ) есть величина постоянная,* иными словами (см. рис. 17): $FT + F_1T = FT_1 + F_1T_1 = FT_2 + F_1T_2 =$ одной и той же постоянной величинѣ.

Линія AB, соединяющая двѣ точки эллипса и проходящая черезъ оба его фокуса, есть *большая ось* эллипса.

Посреди большой оси лежитъ *центръ* эллипса (точка C).

Линія ED, перпендикулярная большой оси, проходящая черезъ центръ и соединяющая двѣ точки эллипса, есть *малая* ось.

Пусть по эллипсу движется какая-либо точка: разстояніе ея отъ фокуса, напримѣръ F, непрерывно измѣняется. Наименьшее, очевидно будетъ, FB, а наибольшее FA. Но $FB + FA$ составятъ вмѣстѣ большую ось эллипса, слѣдовательно большая *полуось* есть *среднее разстояніе* отъ фокуса точки, движущейся по эллипсу.

Отношеніе $\frac{CF}{CB}$ (т. е. отношеніе разстоянія фокуса отъ центра къ большой полуоси) обозначается обыкновенно въ астрономіи буквой e и называется *эксцентриситетомъ* эллипса. Въ зависимости отъ разстоянія фокуса отъ центра, эксцентриситетъ, очевидно, можетъ измѣняться отъ 0 до 1. При $e = 0$ фокусы совпадаютъ съ центромъ, и мы имѣемъ окружность. При величинахъ e, близкихъ къ 1, эллипсъ принимаетъ весьма растянутую форму.

Парабола. Возьмемъ точку F и нѣкоторую прямую DD_1 и попробуемъ найти всѣ такія точки на плоскости, чтобы разстоянія ихъ отъ данной точки и отъ данной прямой были равны; т. е., чтобы $FA = Aa$, $FP = Pa_1$, $FP_1 = P_1a_2$ и т. д... (См. рис. 18). Если черезъ всѣ такія точки проведемъ непрерывную линію, то получимъ кривую, называемую *параболой.*

Итакъ, *парабола есть геометрическое мѣсто точекъ, равно удаленныхъ отъ данной точки и данной прямой.*

Кривая эта въ астрономическихъ изысканіяхъ играетъ весьма важную роль. Ясно, что обѣ вѣтвы ея могутъ продолжаться сколько угодно, — онѣ, какъ говорятъ, уходятъ въ безконечность. Слѣдовательно парабола есть не сомкнутая подобно эллипсу, а *разомкнутая* кривая линія.

Точка F есть *фокусъ* параболы, прямая AB ея главная *ось*. Линіи FP, FP_1, FP_2,... суть *радіусы-векторы.* Точка A параболы, ближайшая къ ея фокусу, называется *вершиной* параболы.

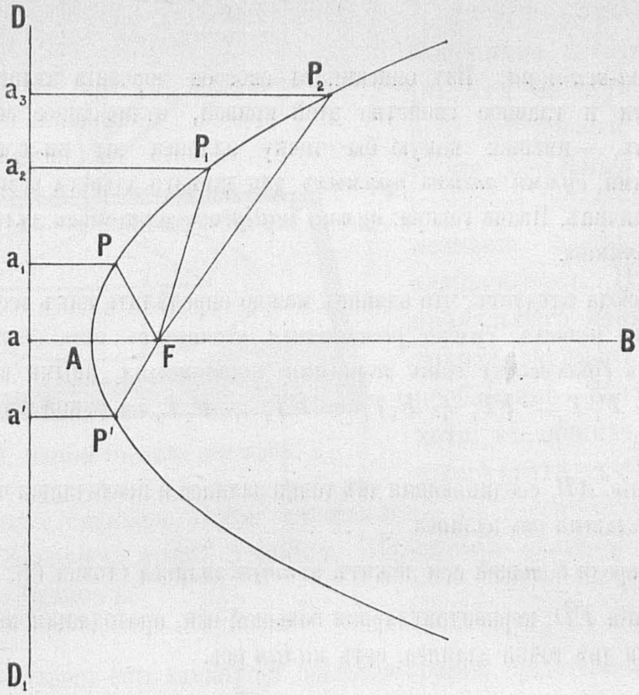

D
a$_3$
P$_2$
a$_2$
P$_1$
a$_1$
P
a
A
F
B
a′
P′
D$_1$

Рис. 18. Парабола.

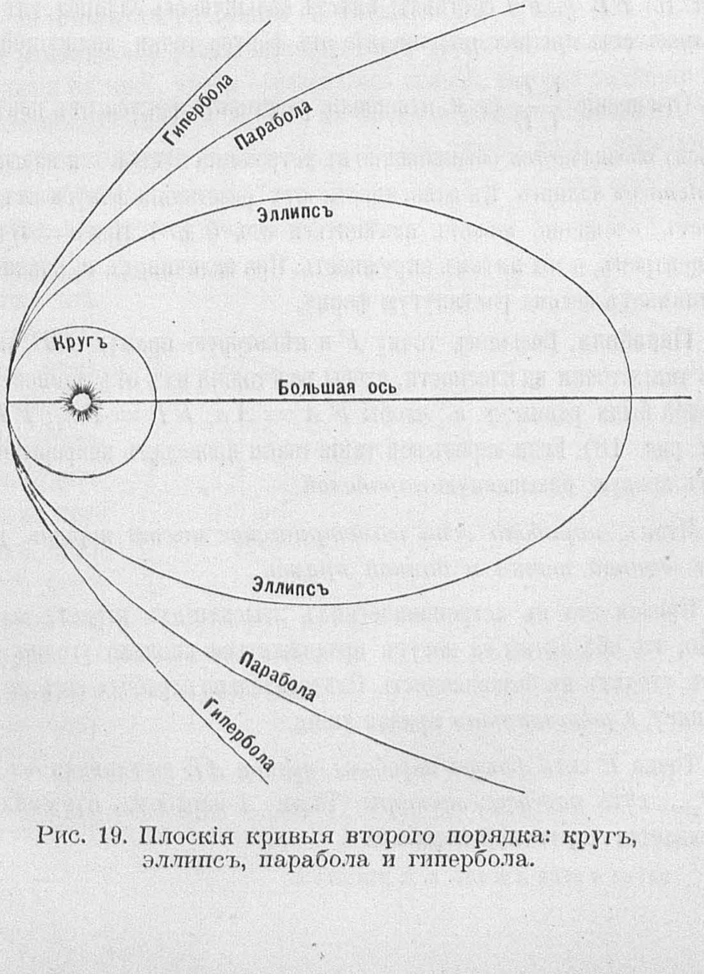

Гипербола
Парабола
Эллипсъ
Кругъ
Большая ось
Эллипсъ
Парабола
Гипербола

Рис. 19. Плоскія кривыя второго порядка: кругъ, эллипсъ, парабола и гипербола.

Параболу опредѣляютъ часто также, какъ такой эллипсъ, одинъ изъ фокусовъ котораго удаленъ на безконечное разстояніе. Другими словами, какъ эллипсъ, эксцентриситетъ котораго $e = 1$.

Гипербола. Если взять двѣ точки и найти геометрическое мѣсто всѣхъ такихъ точекъ, чтобы *разность* разстояній каждой изъ нихъ отъ данныхъ точекъ была величиной постоянной, то получимъ также кривую, называемую *гиперболой*. Это тоже разомкнутая кривая, схожая съ виду съ параболой, но состоитъ она изъ двухъ симметрично расположенныхъ вѣтвей, удаляющихся въ безконечность. Одна изъ вѣтвей гиперболы дана здѣсь на сравнительномъ чертежѣ всѣхъ разсматриваемыхъ нами кривыхъ (рис. 19).

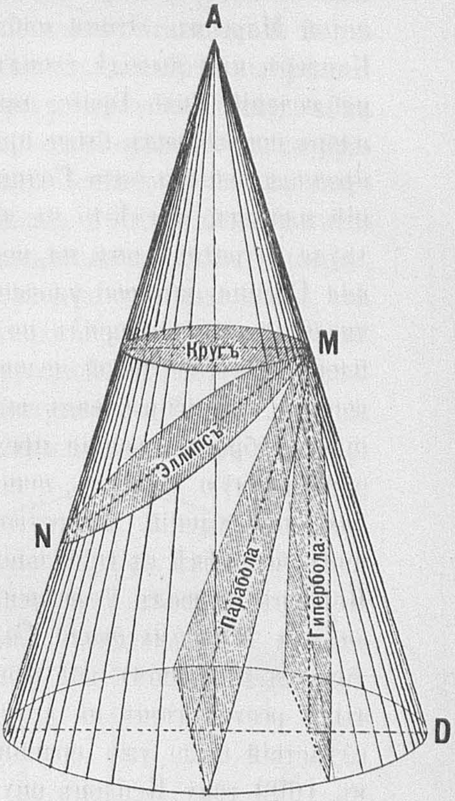


Рис. 20. Коническія сѣченія.

Кругъ, эллипсъ, гипербола и парабола суть такія кривыя линіи, которыя можно получить на поверхности *конуса* съ круговымъ основаніемъ, если поверхность этого конуса мысленно пересѣкать плоскостью по различнымъ направленіямъ (см. рис. 20). Вотъ почему всѣ эти кривыя издревле носятъ названіе «*коническихъ сѣченій*» и обладаютъ нѣкоторыми весьма интересными общими свойствами. Въ астрономіи, въ частности, коническія сѣченія играютъ исключительно важную роль, а потому каждому, кто въ этой наукѣ желаетъ пойти дальше самыхъ общихъ знаній, слѣдуетъ рекомендовать ознакомиться съ этими линіями подробнѣе. Геометрія ихъ разработана въ совершенствѣ.

Послѣ этихъ замѣчаній о названныхъ кривыхъ надѣемся, что читателю будетъ не трудно разобраться въ законахъ Кеплера.

Коперникъ, какъ мы уже говорили, предполагалъ, что движенія планетъ около Солнца совершаются по кругамъ и съ равномѣрной скоростью. Получивъ послѣ смерти Тихо Браге всѣ его замѣчательныя по точности наблюденія, Кеплеръ началъ съ помощью этихъ наблюденій провѣрять теорію Коперника и убѣдился, что предположенія послѣдняго о равномѣрномъ и круговомъ движеніи планетъ *около* Солнца невѣрны.

Наибольшее количество наблюденій Тихо Браге произвелъ надъ планетой Марсомъ. Этими наблюденіями главнымъ образомъ и пользовался Кеплеръ при выводѣ своихъ законовъ. Увѣренный какъ въ точности наблюденій Тихо Браге, такъ и въ истинности теоріи Коперника, Кеплеръ попробовалъ было привести въ согласіе теорію съ наблюденіями, предположеніемъ, что Солнце находится не въ центрѣ круговъ обращеній планетъ, а гдѣ-то въ другомъ мѣстѣ. Много времени и упорнаго труда затратилъ онъ на подысканіе внутри окружности такого мѣста для Солнца, которое удовлетворяло бы всѣмъ наблюденіямъ. Иныя вычисленія онъ повторилъ по 70 разъ, но все было тщетно. Однако Кеплеръ былъ не такой человѣкъ, чтобы отступить передъ трудностями вопроса, не испробовавъ всѣхъ средствъ для его разрѣшенія. Онъ рѣшилъ отбросить всякія предположенія и гипотезы, а вывести орбиту, описываемую Марсомъ, непосредственно изъ имѣющихся у него въ рукахъ наблюденій. Упорство работника соединялось въ этомъ удивительномъ человѣкѣ съ геніальностью математика. И геній восторжествовалъ! Кеплеръ вырвалъ у вселенной одну изъ ея тайнъ: *орбита, описываемая Марсомъ около Солнца, оказалась эллипсомъ*, а Солнце находится въ одномъ изъ фокусовъ этого эллипса. Распространеніе добытыхъ результатовъ на другія планеты и выводы отсюда различныхъ слѣдствій было уже сравнительно легкимъ дѣломъ. Такимъ образомъ въ 1609 году Кеплеръ опубликовалъ два первыхъ закона относительно движенія планетъ. Первый изъ этихъ законовъ гласитъ:

Каждая планета движется по эллипсу, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится Солнце.

Прибавимъ къ этому закону еще нѣкоторыя примѣчанія.

Линія, проходящая черезъ оба фокуса эллипса до пересѣченія съ кривой, называется, какъ знаемъ, его *большой осью*. Одинъ конецъ этой оси ближе къ тому фокусу, гдѣ находится Солнце, а другой дальше, чѣмъ всякая другая точка на эллипсѣ. Пробѣгая вокругъ Солнца свою эллиптическую *орбиту* (путь), планета, слѣдовательно, то приближается къ Солнцу, то удаляется отъ него (см. рис. 21). Когда планета проходитъ черезъ тотъ конецъ большой оси, который ближе къ фокусу, гдѣ находится Солнце, то она занимаетъ самое близкое положеніе къ Солнцу. Мы говоримъ тогда, что планета находится въ перигеліи своей орбиты. Противоположная точка большой оси, наиболѣе далекая отъ Солнца, называется афеліемъ. Слова «перигелій» и «афелій» перешли въ современную астрономію отъ грековъ. Первое въ дословномъ переводѣ на русскій значитъ «около Солнца» (*пери*—около, *геліосъ*—Солнце), второе— «отъ Солнца» (*апо*—отъ, *геліосъ*—Солнце).

Наша Земля, напримѣръ, въ перигеліи своей орбиты (т. е. на ближайшемъ разстояніи отъ Солнца) находится по новому стилю около 23 декабря, а въ афеліи около 22 іюня, при чемъ въ декабрѣ мы оказываемся приблизительно на $5^{1}/_{2}$ милліоновъ верстъ ближе къ Солнцу, чѣмъ въ іюнѣ. Разница, повидимому, большая, но если принять въ соображеніе, что большая ось эллипса, описываемаго Землей въ своемъ годовомъ бѣгѣ вокругъ Солнца, равна приблизительно 300 милліонамъ километровъ, то окажется, что этотъ эллипсъ очень близокъ къ окружности, т. е. оба его фокуса сравнительно весьма недалеко удалены другъ отъ друга. То же самое можно сказать и о другихъ орбитахъ извѣстныхъ намъ планетъ солнечной системы. Слѣдуетъ также замѣтить, что планеты совершаютъ свои полные эллиптическіе пути около Солнца въ одно и то же опредѣленное время,—такъ, напр., Земля совершаетъ свой круговой полетъ въ годъ (т. е. въ 365 дней 5 час. 48 минутъ и 46 сек.). Но скорость полета по орбитѣ въ теченіе этого промежутка не одинакова. Съ *наибольшей* скоростью планета несется тогда, когда находится у *перигелія*, и съ *наименьшей*—у *афелія*.

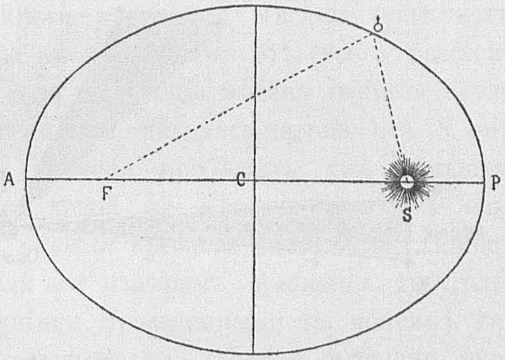


Рис. 21. Первый законъ Кеплера.

Представимъ себѣ, что эллипсъ, описываемый годовымъ движеніемъ Земли, вычерченъ на какой-то огромной плоскости. Тогда эта плокость пересѣчетъ Солнце. Продолжимъ мысленно эту плоскость во всѣ стороны до пересѣченія съ видимой небесной сферой, и тогда на небесномъ сводѣ мы можемъ, какъ слѣдъ этого пересѣченія, мысленно провести большой кругъ, который называется *эклиптикой.* Кругъ этотъ пролегаетъ черезъ тѣ двѣнадцать созвѣздій небосвода, которыя носятъ названіе «знаковъ зодіака». Облетая вмѣстѣ съ Землей вокругъ Солнца, мы, слѣдовательно, должны замѣчать, что Солнце не остается постоянно среди однѣхъ и тѣхъ же звѣздъ, а измѣняетъ на небѣ свое положеніе въ зависимости отъ того, съ какой стороны въ пространствѣ мы отъ него находимся. И дѣйствительно, въ теченіе года Солнце описываетъ на видимомъ небесномъ сводѣ полный кругъ, а именно проходитъ, какъ и слѣдовало ожидать, ту эклиптику, о которой мы только что говорили. Съ каждымъ мѣсяцемъ Солнце *«вступаетъ въ новый знакъ зодіака»*, какъ выражаются въ календаряхъ. Но слѣдуетъ всегда помнить, что «вступаетъ»-то собственно не Солнце, а Земля переносится въ пространствѣ такъ, что Солнце съ Земли пролагается на другое мѣсто небосвода. Впрочемъ, объ этомъ придется говорить подробнѣе дальше.

Итакъ, запомнимъ для дальнѣйшаго, что *эклиптика* есть воображаемый большой кругъ на сферѣ небесной, получающійся отъ пересѣченія этой сферы плоскостью земной орбиты, и запомнимъ также, что Солнце въ теченіе года видимо пробѣгаетъ всю эту эклиптику.

Сдѣлаемъ еще замѣчаніе, связанное какъ съ первымъ, такъ и съ остальными законами Кеплера, которые будутъ сейчасъ приведены.

Мы представляемъ себѣ центральное свѣтило, наше огромное Солнце, въ одномъ общемъ фокусѣ различныхъ эллипсовъ, по которымъ вокругъ него движутся всѣ извѣстныя намъ планеты. Теперь отмѣтимъ тотъ замѣчательный фактъ, что всѣ эти движенія различныхъ планетъ по этимъ эллипсамъ происходятъ въ одномъ и томъ же направленіи. Мало того, если мы черезъ каждую орбиту каждой планеты мысленно вообразимъ плоскость, какъ это сдѣлали для Земли, то окажется, что всѣ эти плоскости наклонены другъ къ другу подъ весьма небольшими углами; можно сказать даже, что онѣ почти совпадаютъ. Другими словами, всѣ планеты движутся не только по одному направленію, но и въ одномъ и томъ же сравнительно весьма узкомъ поясѣ видимаго неба.

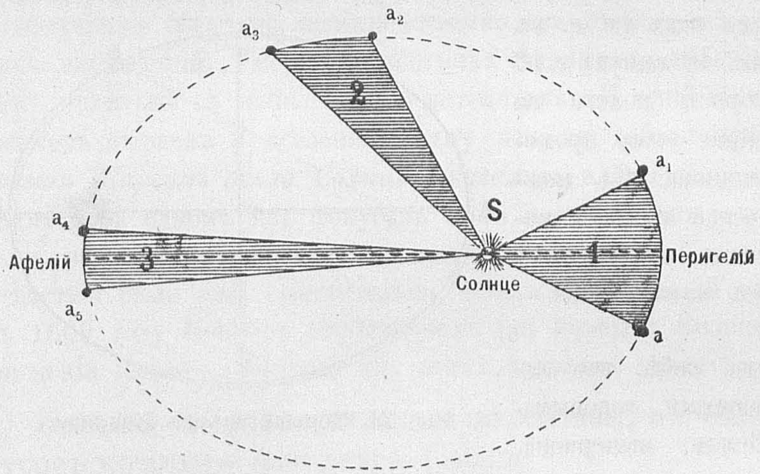


Рис. 22. Второй законъ Кеплера.

Такимъ образомъ у всѣхъ планетъ нашей солнечной системы мы наблюдаемъ слѣдующія одинаковыя свойства: 1) Всѣ онѣ движутся по эллипсамъ, въ одномъ изъ фокусовъ которыхъ находится Солнце; 2) направленія всѣхъ этихъ движеній одинаковы, и 3) всѣ эти движенія совершаются приблизительно въ одной плоскости (или, лучше сказать,—въ одномъ сравнительно узкомъ круговомъ поясѣ небосвода).

Разъ мы говоримъ о движеніи планетъ нашей солнечной системы, то ужъ замѣтимъ здѣсь кстати, что движеніе свѣтила, совершающееся по небосводу въ томъ же направленіи, въ какомъ движутся наша Земля и другія планеты, называется *прямымъ*, а противоположное этому — *обратнымъ*.

Изложимъ 2-ой и 3-й Кеплеровскій законъ.

Уже упомянуто, что планеты несутся около Солнца по своимъ эллиптическимъ орбитамъ съ неодинаковою скоростью. Наибольшей скоростью онѣ обладаютъ въ перигеліи, наименьшей — въ афеліи. Между этими скоростями планеты и ея разстояніями отъ Солнца существуетъ зависимость, выражающая вторымъ законамъ Кеплера. Пусть эллипсъ $aa_1a_2a_3a_4a_5$ (см. рис. 22-ой) представляетъ путь планеты около Солнца, находящагося въ фокусѣ S. Возьмемъ одинаковый промежутокъ времени, скажемъ—мѣсяцъ. Такъ какъ планета въ разные мѣсяцы пролетаетъ по орбитѣ съ различной скоростью въ зависимости отъ своего разстоянія отъ Солнца, то очевидно, что если въ теченіе мѣсяца планета около перигелія пробѣжитъ, напр., дугу aa_1, то, находясь дальше отъ S, она въ теченіе такого же промежутка времени пробѣжитъ уже меньшую дугу a_2a_3, а подходя къ афелію въ такой же мѣсяцъ, пройдетъ еще меньшую дугу a_4a_5. Значитъ, въ *равныя времена* планета по эллипсу проходитъ *неравныя дуги*. Но если мы измѣримъ *площади* треугольниковъ, заключающихся между линіями, проведенными къ концамъ каждой такой дуги, и самой дуги эллипса, то всѣ эти площади окажутся *равными*, т. е. на взятомъ нами чертежѣ площадь $Saa_1 =$ $=$ площ. $Sa_2a_3 = Sa_4a_5$ (Эти площади на рисункѣ 22-мъ заштрихованы и обозначены цифрами 1, 2 и 3). Равенствомъ подобныхъ площадей и выражается 2-й законъ Кеплера, опредѣляющій измѣненіе скорости планеты на ея эллиптическомъ пути. Словами законъ этотъ можно выразить такъ:

Если черезъ равные промежутки времени соединять центръ планеты съ центромъ Солнца прямыми линіями, то площади между этими прямыми и соотвѣтствующими дугами эллипса равны.

Припомнимъ, что прямая линія, соединяющая фокусъ эллипса съ какой либо точкой кривой, носитъ названіе *радіуса вектора*. Въ такомъ случаѣ мы можемъ дать второму закону Кеплера формулировку, въ которой онъ встрѣчается наиболѣе часто. А именно:

Площади, описываемыя радіусомъ-векторомъ планеты въ равныя времена, равны между собой.

Третій кеплеровскій законъ устанавливаетъ связь между всѣми планетами и касается зависимости между разстояніями планетъ отъ

Солнца и временами ихъ оборотовъ около того же свѣтила. Законъ этотъ опубликованъ Кеплеромъ только въ 1619 году. Открытіе этого замѣчательнѣйшаго и важнѣйшаго изъ всѣхъ Кеплеровскихъ законовъ стоило ему наибольшихъ трудовъ, но за то доставило ему чувство и наибольшей радости, какъ онъ самъ сознается.

Если размѣстить всѣ планеты въ рядъ по дальности ихъ разстояній отъ Солнца или по временамъ ихъ оборотовъ около него, то порядокъ ихъ въ обоихъ рядахъ будетъ одинъ и тотъ же. Такъ что, чѣмъ дальше какая-нибудь планета отъ Солнца, тѣмъ больше будетъ время ея оборота. Но оба эти ряда чиселъ возрастаютъ не одинаково. Времена обращеній увеличиваются гораздо быстрѣе, чѣмъ разстоянія. Такъ, напр., планета Нептунъ въ 30 разъ дальше отъ Солнца, чѣмъ Земля, а время ея оборота 165 лѣтъ. Кеплеръ нашелъ, что если разстояніе планеты взять множителемъ три раза, а время обращенія — два раза, то въ обоихъ случаяхъ получатся одинаковыя числа. Въ самомъ дѣлѣ 30, умноженное на 30 да еще на 30, дастъ 27000; но и 165, умноженное на 165, дастъ круглымъ числомъ тоже 27000, излишекъ же нужно отбросить, потому что для простоты счета взято приближенное число 165, которое нѣсколько больше истиннаго времени обращенія.

Число, помноженное само на себя, называется, для краткости, *квадратомъ* этого числа, а взятое множителемъ три раза — *кубомъ* числа. Поэтому, если за мѣру времени будемъ брать одинъ земной годъ, а за мѣру разстояній — среднее разстояніе Земли отъ Солнца, то третій Кеплеровъ законъ выразится кратко такъ:

Квадратъ времени обращенія планеты около Солнца равенъ кубу ея разстоянія отъ него.

Или въ болѣе общемъ видѣ тотъ же законъ выражаютъ такъ:

Квадраты временъ полныхъ обращеній планетъ около Солнца относятся между собой такъ, какъ кубы большихъ полуосей тѣхъ эллипсовъ, по которымъ планеты движутся.

Таковы три великихъ закона, управляющихъ движеніями планетъ нашей солнечной системы. Открытіе ихъ можно считать завершеніемъ того полнаго переворота во взглядахъ на вселенную, начало которому положилъ Коперникъ. И можно смѣло утверждать, что пока будетъ существовать и развиваться астрономическая наука, до тѣхъ поръ будетъ живо и безсмертно великое имя Іоганна Кеплера изъ мѣстечка Вейля въ Виртембергѣ. А между тѣмъ жизнь этого великаго подвижника науки была горестна, исполнена лишеній, бѣдности и чуть не нищеты. Ради заработка «законодателю неба» приходилось потакать людскому суевѣрію и браться за составленіе гороскоповъ, одинъ изъ образчиковъ которыхъ здѣсь приложенъ. Умеръ онъ въ небольшомъ нѣмецкомъ городкѣ, простудившись во время путешествія верхомъ къ королевскому двору, куда онъ отправился, чтобы добиться, наконецъ, полученія своего жалкаго жалованья «придворнаго астронома», котораго ему не выдавали годами. Могила—неизвѣстна.

Только преданность наукѣ, доходящая до энтузіазма, поддерживала Кеплера среди невзгодъ жизни; только въ своихъ многочисленныхъ сочиненіяхъ отводилъ онъ душу. Оригинальна и поэтична манера его многочисленныхъ писаній. Съ простодушной откровенностью онъ излагаетъ въ нихъ не только плоды своихъ трудовъ, но разсказываетъ и о всѣхъ неудачахъ и огорченіяхъ, которыя постигали его на пути къ намѣченной цѣли. Свою манеру изложенія Кеплеръ оправдываетъ слѣдующимъ характернымъ доводомъ:

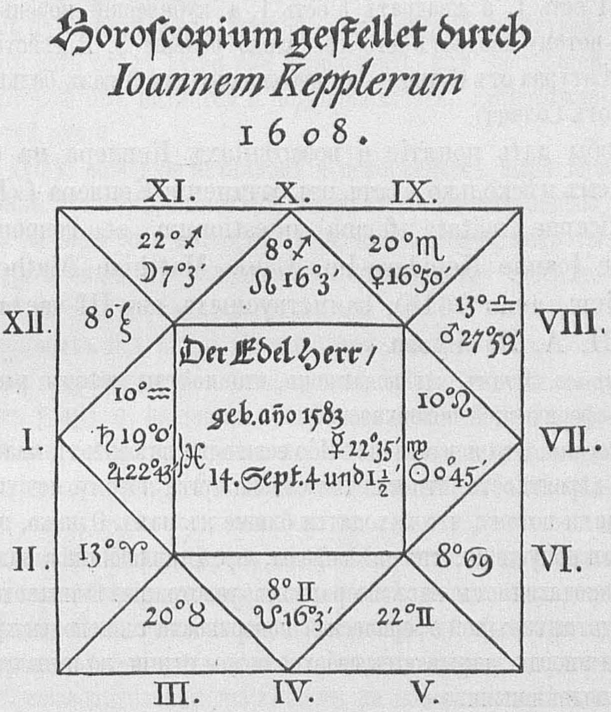


Рис. 23. Гороскопъ Валленштейна, составленный Кеплеромъ въ 1608 году.

«Если Колумбъ, если Магелланъ, если португальцы не только извиняются нами, когда разсказываютъ свои странствованія и блужданія, но мы не желаемъ даже, чтобы такія мѣста были опущены (и мы потеряли бы много удовольствія отъ пропуска такихъ разсказовъ), то пусть меня не порицаютъ за то, что я сдѣлалъ то же самое».

Въ пятой книгѣ «Harmomices Mundi» по поводу установки своего третьяго закона онъ восторженно пишетъ:

> То, что я предсказывалъ двадцать два года тому назадъ, когда я открылъ между небесными тѣлами 5 твердыхъ тѣлъ, во что я твердо вѣрилъ еще прежде, чѣмъ видѣлъ «Гармонію» Птоломея, что я обѣщалъ моимъ друзьямъ въ заглавіи этой книги («О совершеннѣйшей гармоніи небесныхъ движеній»), которой я далъ названіе, прежде чѣмъ былъ увѣренъ въ своемъ открытіи; что шестнадцать лѣтъ тому назадъ я именно считалъ нужнымъ искать, для чего и отправился къ Тихо Браге, для чего я переселился въ Прагу, для чего я посвятилъ лучшую часть моей жизни

астрономическимъ созерцаніямъ—все это я, наконецъ, нашелъ и объяснилъ, и убѣдился въ истинности этого выше всѣхъ самыхъ пылкихъ моихъ ожиданій.

«Совершенно несомнѣнная и точная вещь, что пропорція, существующая между періодами времени обращенія какихъ нибудь двухъ планетъ составляетъ въ точности полтора раза пропорціи ихъ среднихъ разстояній (отъ Солнца), т.-е. радіусовъ ихъ орбитъ. Такимъ образомъ періодъ (обращенія) Земли есть одинъ годъ, періодъ Сатурна тридцать лѣтъ; если мы раздробимъ пропорцію на три части, т.-е. возьмемъ кубическій корень этой пропорціи и возведемъ этотъ корень въ квадратъ, то мы найдемъ точную пропорцію разстояній Земли и Сатурна отъ Солнца. Потому что кубическій корень 1 есть 1, а квадрать 1 есть 1, а кубическій корень 30 нѣсколько больше 3-хъ, а потому квадратъ его нѣсколько больше 9. И дѣйствительно, среднее разстояніе Сатурна отъ Солнца—съ небольшимъ въ 9 разъ больше средняго разстоянія Земли (отъ Солнца).

Чтобы дать понятіе о воззрѣніяхъ Кеплера на строеніе вселенной, приведемъ нѣсколько мѣстъ изъ сочиненія Кеплера («Epitome astronomiae Copernicanae usitata forma questionum et responsionum conscripta». Auctore Ioanne Kepplero Im. Caes. Matthiae Mathematico. Lentiis ad Danubium, anno 1618), заимствуемыхъ изъ III части «Исторіи физики», проф. Н. А. Любимова.

Вопросъ. Итакъ, ты полагаешь, что нейтры звѣздъ расположены на одной и той же сферической поверхности?

Отвѣтъ. Это неизвѣстно. Ибо если однѣ изъ звѣздъ малы, другія велики, то не лишено вѣроятности, что малыми онѣ кажутся потому, что ушли глубоко въ эѳиръ, а большими потому, что находятся ближе къ намъ. Однако, нѣтъ ничего несообразнаго и въ допущеніи, что двѣ звѣзды, представляющіяся намъ неодинаковой величины, находятся отъ насъ на равномъ разстояніи. О планетахъ извѣстно, что онѣ не находятся на одной сферической поверхности съ неподвижными звѣздами, а ниже ихъ, ибо иногда закрываютъ собою эти послѣднія, но не закрываются, въ свою очередь, неподвижными.

При отсутствіи чего-либо болѣе достовѣрнаго, область звѣздъ можно разсматривать, какъ безконечную. Въ такомъ случаѣ Солнце будетъ не иное что, какъ одна изъ неподвижныхъ звѣздъ, кажущаяся намъ большею и ярчайшею, потому что она къ намъ ближе, нежели другія звѣзды. Вокругъ каждой звѣзды можетъ быть міръ такой же, какъ вокругъ насъ. Или, что то же самое, нашъ міръ съ его Солнцемъ есть одинъ изъ безчисленныхъ міровъ, не отличающійся отъ другихъ такихъ же, имѣющихъ мѣсто вокругъ другихъ неподвижныхъ звѣздъ.

Такъ полагаютъ (Джордано) Бруно и нѣкоторые изъ древнихъ. Но изъ того, что центры неподвижныхъ звѣздъ не находятся на одной сферической поверхности, еще не слѣдуетъ, чтобы область, гдѣ разсѣяны неподвижныя звѣзды, повсюду была себѣ подобна.

В. Такъ какъ земной шаръ находится на огромномъ разстояніи отъ небесныхъ предѣловъ, то спрашивается, чѣмъ наполненъ этотъ промежутокъ?

О. Землю и разлитыя по ней моря прежде всего окружаетъ и заключаетъ собою воздухъ, предѣлъ высоты котораго едва превосходитъ наиболѣе высокіе хребты горъ. Выше воздуха тотчасъ находится эѳиръ, разлитый по всей вселенной, такъ что въ немъ носятся планеты и кометы и другія небесныя неподвижныя тѣла— окруженныя каждое своею областью.

Слѣдуетъ замѣтить, однако, что поэтической натурѣ Кеплера въ значительной степени былъ свойственъ и мистицизмъ средневѣковаго міросозерцанія. Точно также онъ не любилъ стѣснять свою богатую фантазію, а потому наряду съ вышеприведенной и для насъ понятной теоріей устройства вселенной Кеплеръ помѣщаетъ и такія строки:

В. Что указываетъ на присутствіе души въ тѣлѣ Земли?

О. 1. Постоянный ощутимый подземный жаръ. Матеріи, какъ таковой, свойственъ холодъ. Напротивъ, всякій жаръ есть слѣдъ души или прошедшей, или настоящей, ибо въ случаѣ огня матерія, которою онъ питается и поддерживается, происхожденіе свое имѣетъ отъ способностей души.

2. Дѣйствія, свойственныя душѣ: рожденіе металловъ и ископаемыхъ, выпотѣніе влаги, откуда вѣчное начало рѣкъ изъ горъ, выпотѣніе облаковъ и постоянныя испаренія, влажныя и сухія, откуда разнаго рода метеоры. Такъ, кровь, желчь, мокроты, потъ, слюна, изверженія приводятъ насъ къ заключенію о различныхъ способностяхъ души.

3. Свойства тѣлъ, выкапываемыхъ изъ нѣдръ Земли, насколько они способны къ воспламененію отъ теплоты и обращенію въ свѣтъ, сродны душѣ. Таковы сѣра и марказиты, дающія искры отъ удара, и, наконецъ, подземные огни. И это замѣчается во внѣшней еще корѣ Земли; сообрази, сколько же еще болѣе удивительнаго должно быть скрыто въ ея внутренней обширной полости на протяженіи 17 000 милліаріевъ.

4. Производительная способность въ воздухѣ, отъ которой саранча, мухи и даже шестиугольная фигура снѣга. Такъ: вши, зарождающіяся въ тѣлѣ человѣка, служатъ указаніемъ нѣкоторой душевной способности, существующей въ тѣлѣ. Производительная способность въ морскихъ и рѣчныхъ водахъ, откуда океанъ получилъ наименованіе отца чудовищъ. Производительная способность на поверхности Земли, откуда столько родовъ растеній, столько насѣкомыхъ. Производительная способность въ нѣдрахъ Земли, совершенно подобная той, какая присутствуетъ въ самкахъ и которая внутри отпечатлѣваетъ то, что встрѣчается снаружи: таковы ископаемые корабли, рыбы, цари, жрецы, монахи, воины.

Подобныя мѣста въ сочиненіяхъ Кеплера возбуждали неудовольствіе иныхъ ученыхъ. Трезвый и чуждый всякой мечтательности Лапласъ, напр., печалится по поводу «химерическихъ умствованій» Кеплера. Но въ правѣ ли кто бы то ни былъ осуждать полеты фантазіи генія? Творческая фантазія въ наукѣ столь же полезна и необходима, какъ и въ искусствѣ. Съ этимъ врядъ ли кто будетъ спорить.

Такъ Коперникъ, Кеплеръ и Галилей со своими все болѣе и болѣе увеличивающимися въ числѣ послѣдователями опрокинули и свели на нѣтъ *тысячелѣтнюю Птоломееву систему*, разбили ея хрустальныя сферы и вывели изъ неподвижности Землю. Старое міровоззрѣніе замѣнилось новымъ.

Теперь въ центрѣ міровой системы было поставлено *пока неподвижно* огромное, раскаленное и шарообразное Солнце, а вокругъ этого Солнца двигались въ пространствѣ всѣ извѣстныя тогда планеты, съ обращающимися вокругъ нихъ спутниками. Движеніе этихъ планетъ строго подчинено тремъ основнымъ *законамъ*, выведеннымъ Кеплеромъ.

Изученіе солнечнаго міра, солнечной системы, было поставлено на вѣрныя и прочныя основанія. А за предѣлами солнечной системы предполагалась область *неподвижныхъ* звѣздъ, вѣчныхъ и неизмѣнныхъ свѣтилъ, о природѣ, строеніи, истинномъ числѣ и распорядкѣ которыхъ ничего еще не могли сказать вѣрнаго не только во времена Коперника и Кеплера, но, какъ увидимъ далѣе, и въ гораздо позднѣйшее время.

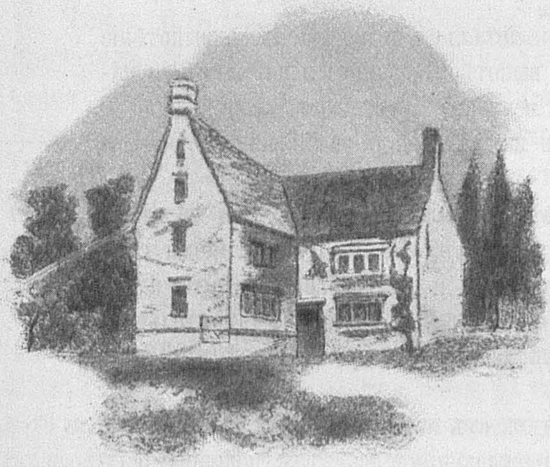


Рис. 24. Домикъ въ Вильсторпѣ, гдѣ родился Ньютонъ.

Границы міросозданія по сравненію съ прежнимъ раздвинулись. Могущественное Солнце и ничтожная носящаяся вокругъ него планета, пылинка Земля, равно какъ и другія планеты, были поставлены въ надлежащія соотношенія. Были выяснены характеръ движенія и формы путей небесныхъ свѣтилъ. Былъ поставленъ вопросъ о звѣздныхъ мірахъ. Но что касается послѣдняго, то средства и орудія въ рукахъ ученыхъ были пока невелики; а потому вопросъ объ истинномъ устройствѣ и размѣрахъ вселенной оставался открытымъ. Впрочемъ, великій переворотъ міровоззрѣнія и матеріалъ, оставленный преобразователями знанія, дали на первыхъ порахъ человѣческому уму много иной работы. Необходимо было разобраться, осмыслить явленія, привести ихъ въ порядокъ и, наконецъ, найти возможныя причины.

Ровно въ годъ смерти Галилея въ Англіи родился *Исаакъ Ньютонъ* (1642—1727), геній, который справедливо названъ «украшеніемъ человѣческаго рода». Скромный и простой человѣкъ весьма незнатнаго происхожденія, могуществомъ ума и неустанностью труда проникъ глубже всѣхъ до него въ тайны мірозданія и указалъ человѣчеству новые пути для изслѣдованія окружающей его вселенной. 18-ти лѣтъ

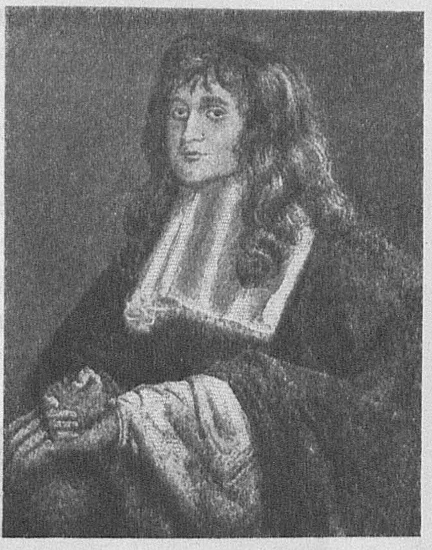


Рис. 25. Одинъ изъ портретовъ Ньютона въ молодости.

отъ-роду онъ поступилъ въ Кэмбриджскій университетъ и въ этомъ же университетѣ съ 1669 года занималъ каѳедру профессора математики. Съ 1666 года онъ занимался изслѣдованіями природы солнечнаго свѣта. Результаты этихъ изслѣдованій изложены въ его «Оптикѣ», появившейся въ 1704 году. Въ 1668 году Ньютонъ устроилъ свой зеркальный телескопъ. Въ 1682 году открылъ законъ *всемірнаго тяготѣнія*, а въ 1687 появилось его величайшее для всѣхъ временъ и народовъ сочиненіе «Математическія начала естественной философіи» («*Philosophiae naturalis principia mathematica*»). Одновременно съ Лейбницемъ, но независимо отъ него, Ньютонъ открылъ такъ называемыя дифференціальное и интегральное исчисленія,—могущественнѣйшее орудіе математики. Но изъ всѣхъ великихъ открытій Ньютона самое великое значеніе въ исторіи развитія астрономіи имѣло, безспорно, открытіе закона *всеобщаго* (или всемірнаго) *тяготѣнія*, или притяженія.

Здѣсь Ньютонъ возвысился до такихъ обобщеній, доискался до такихъ *причинъ* явленій въ окружающей насъ безконечной вселенной и обнаружилъ такую математическую изобрѣтательность, на какую только способенъ человѣческій геній. Пойти еще далѣе по этому пути и подчинить открытія Ньютона еще болѣе общему закону человѣчеству до сихъ поръ пока еще не удалось.

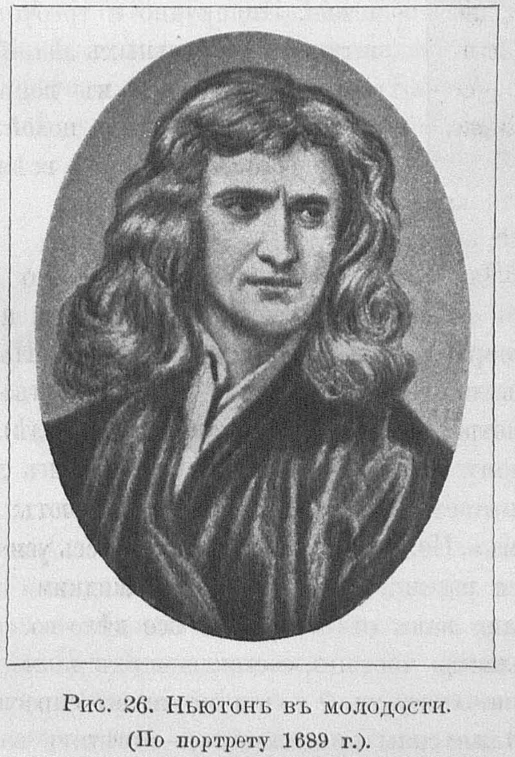


Рис. 26. Ньютонъ въ молодости.
(По портрету 1689 г.).

Великія открытія въ механикѣ Галилея и его продолжателя знаменитаго голландца Гюйгенса (1629—1695), современника и въ ученіи о свѣтѣ достойнаго противника Ньютона, научныя завоеванія Кеплера и многихъ послѣдователей и продолжателей названныхъ ученыхъ, конечно, подготовили почву для открытія Ньютона.

Идея всеобщаго притяженія, какъ причинной силы, управляющей движеніями небесныхъ тѣлъ носилась въ воздухѣ. Ясные намеки на взаимное притяженіе тѣлъ и притомъ притяженіе пропорціональное массамъ этихъ тѣлъ встрѣчаются уже у Кеплера. Но только всеобъемлющему уму Ньютона удалось охватить все многообразіе вновь открытыхъ возрождавшейся наукой явленій, свести ихъ къ одной общей причинѣ, а результаты своихъ глубочайшихъ выводовъ изложить въ такой совершенной, точной и глубоко научной формѣ, что его «Начала» (*«Principia»*) со времени ихъ появленія и по сію пору составляютъ родъ «основного научнаго уложенія», изъ котораго исходитъ вся современная философія естествознанія. Излагать это сочиненіе въ формѣ извлеченій невозможно. Это трудно и требуетъ отъ читателя спеціальныхъ знаній. Попробуемъ поэтому къ вопросу о всеобщемъ тяготѣніи подойти съ болѣе общедоступной и всѣмъ понятной стороны.

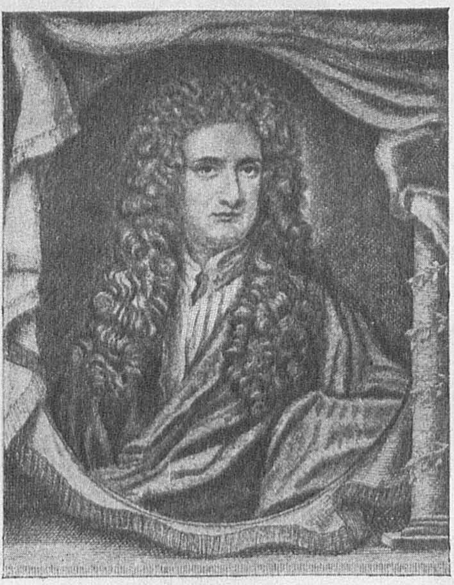


Рис. 27. Исаакъ Ньютонъ.
По современному ему портрету.

Когда вы узнаете, что Земля движется вокругъ Солнца, а Луна вокругъ Земли, и задаете вопросъ: «почему?»—то со временъ Ньютона это объясняютъ «всеобщимъ притяженіемъ», или «тяготѣніемъ» (оба слова въ данномъ случаѣ употребляются въ одинаковомъ смыслѣ). Если вы вздумаете спросить, почему выпущенный изъ рукъ стаканъ летитъ не вверхъ, а непремѣнно падаетъ на землю, вамъ объясняютъ: «притяженіемъ», или «тяготѣніемъ». Положимъ, вы поинтересуетесь узнать, въ чемъ собственно заключается разница между твердыми, жидкими и газообразными тѣлами. Опять-таки вамъ отвѣтятъ, что все дѣло во «взаимномъ притяженіи» или «сцѣпленіи» частицъ, составляющихъ данное тѣло.

«Что такое «вѣсъ» или «тяжесть»? — вздумаете вы спросить. — «Да это проявленіе все той же силы притяженія»,—отвѣтятъ вамъ.

Всѣ эти отвѣты совершенно вѣрны, но понятны ли и ясны ли?

Начало (принципъ) притяженія, или тяготѣнія, входитъ въ основаніе той части астрономіи, которая разбирается въ явленіяхъ движенія небесныхъ тѣлъ. Это же начало приводится тотчасъ, какъ только мы заговоримъ о «паденіи» тѣлъ на землю. Вообще же, ученіе о притяженіи составляетъ одну изъ самыхъ интересныхъ главъ въ исторіи науки. Только длиннымъ путемъ многовѣковыхъ усилій, со ступеньки на ступеньку, обагренную иногда человѣческой кровью, человѣчество дошло наконецъ до истины, что каждая частица матеріи во вселенной притягиваетъ къ себѣ каждую другую, и наоборотъ. Начало взаимнаго тяготѣнія проходитъ черезъ все твореніе нашей солнечной системы и распространяется на всѣ остальныя системы вселенной отъ безконечно большого до безконечно малаго.

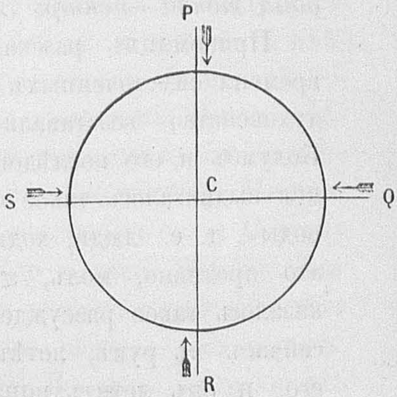


Рис. 28.

Начнемъ съ самаго, повидимому, простого—съ движенія падающаго тѣла. Каждому извѣстно по опыту, что ничѣмъ не поддерживаемое и ни къ чему не прикрѣпленное свободное тѣло непремѣнно упадетъ на землю. *Сила*, которая заставляетъ его падать, и носитъ названіе силы притяженія или тяготѣнія. Въ общежитіи мы часто въ данномъ случаѣ употребляемъ слово тяжесть. Тяжесть, молъ, заставляетъ тѣло падать на землю, — и обыкновенно довольствуемся этимъ объясненіемъ, не умѣя или не желая замѣчать, что эти слова въ данномъ случаѣ по существу ничего не объясняютъ, что слова *тяжесть* или *вѣсъ* тѣла относятся совсѣмъ не къ причинамъ, а къ слѣдствіямъ, выводимымъ изъ наблюденій падающихъ тѣлъ. Тяжесть, или вѣсъ, тѣла, какъ сейчасъ ниже увидимъ, суть только проявленія силы тяготѣнія, или притяженія.

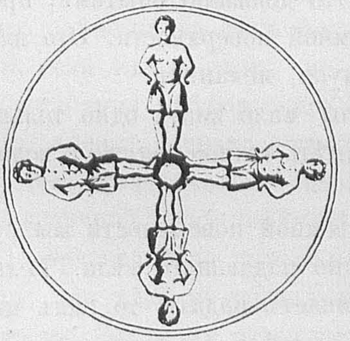


Рис. 29. Антиподы.

Земля есть шаръ или вѣрнѣе—тѣло близкое къ шару, носящее названіе *геоида*. И вездѣ на поверхности этого геоида тѣла падаютъ, иными словами, — летятъ къ Землѣ по всевозможнымъ прямолинейнымъ направленіямъ, какъ это указано стрѣлками на прилагаемомъ рис. 28. Но для всѣхъ этихъ направленій движенія свободно падающихъ тѣлъ существуетъ *одинъ* законъ: всѣ направленія, по которымъ тѣла свободно падаютъ на земную поверхность, сходятся въ центрѣ Земли.

Вотъ, слѣдовательно, первый законъ (скажемъ такъ) притяженія: *Всѣ тѣла падаютъ такъ, какъ будто ихъ притягиваетъ къ себѣ одна точка—центръ Земли.* Это законъ *направленія* притяженія.

Припомнимъ разсказы и писанія объ «антиподахъ». Въ былыя времена ожесточенныхъ споровъ о фигурѣ Земли многіе, въ особенности духовенство, возставали противъ ученія о ея шарообразности. Пока Колумбъ и его послѣдователи не доказали эту истину опытомъ, противъ нея выдвигалось такое соображеніе: Развѣ могутъ существовать «антиподы», т. е. люди, ходящіе внизъ головами и вверхъ ногами? Вѣдь это противно, молъ, здравому смыслу и разсудку... Еще лучшимъ казалось такое разсужденіе: Развѣ можетъ камень, который я держу сейчасъ въ рукѣ, летѣть по разнымъ направленіямъ? Вотъ я пускаю его, и онъ летитъ внизъ, на землю. Чтобы упасть опять внизъ на землю, если земля шаръ, онъ долженъ «по ту сторону земли» летѣть въ совершенно противоположномъ направленіи. Съ точки зрѣнія любого послѣдователя Аристотелевской схоластики выходитъ нелѣпость: человѣкъ ходитъ внизъ головой, падающій камень летитъ вверхъ... А между тѣмъ это такъ!

Дѣло не въ словахъ, а въ томъ, что если мы представимъ себѣ окружающее насъ безконечное пространство, а въ этомъ пространствѣ шаръ — нашу Землю, то, разсуждая здраво, нѣтъ ни «верха», ни «низа», ни «вправо», ни «влѣво», а есть только одно: Гдѣ бы и какое бы тѣло ни находилось, оно притягивается по прямому направленію къ центру Земли. Вотъ и все. Это доказано опытами, произведенными на всевозможныхъ мѣстахъ земной поверхности. Это же слѣдуетъ изъ общихъ законовъ великой науки, механики.

Но для опредѣленія какой либо силы мало знать одно только направленіе этой силы. Необходимо еще имѣть точное понятіе о величинѣ, или напряженіи силы.

О напряженіи силы притяженія на земной поверхности мы судимъ на основаніи измѣненія скорости свободно падающаго тѣла. Если находившееся раньше въ покоѣ тѣло начинаетъ падать, то, какъ мы наблюдаемъ, оно летитъ все быстрѣе и быстрѣе. Скорость его паденія отъ мгновенія къ мгновенію измѣняется. Постараемся прослѣдить эти измѣненія.

Пусть находящееся сначала въ покоѣ тѣло начинаетъ падать и падаетъ въ продолженіе одной секунды. Въ началѣ секунды тѣло не имѣло никакой скорости или, какъ говорятъ, *скорость* паденія тѣла была равна *нулю*. Какова же будетъ скорость паденія въ концѣ секунды? Въ наукѣ существуютъ способы опредѣлить эту скорость совершенно точно; и оказывается, что при дѣйствіи только одной силы притяженія свободно падающее тѣло въ концѣ первой секунды развиваетъ такую скорость, что если бы притяженіе по истеченіи этой секунды мгновенно перестало дѣйствовать, то въ каждую слѣдующую секунду тѣло пролетало бы приблизительно 32 фута. Итакъ, подъ дѣйствіемъ земного притяженія падающее тѣло развиваетъ въ первую секунду скорость отъ 0 до 32 футовъ. Если бы притяженіе Земли дѣйствовало одну секунду—не болѣе, то тѣло и продолжало бы дальше падать съ этой пріобрѣтенной скоростью 32 фута въ секунду. Но притяженіе есть сила, дѣйствующая непрерывно (постоянная сила). Поэтому въ слѣдующую же 2-ю секунду падающее тѣло должно развить еще большую скорость. И дѣйствительно, измѣривъ скорость падающаго тѣла въ концѣ второй секунды, мы найдемъ, что оно развило уже скорость, равную приблизительно 64 футамъ въ секунду. Значитъ къ величинѣ скорости, пріобрѣтенной въ концѣ первой секунды (32 ф.), приходится прибавить еще 32 фута, чтобы получить скорость въ концѣ второй секунды. Вотъ эта-то прибавочная скорость въ секунду времени и носитъ названіе *ускоренія*. Въ случаяхъ свободнаго паденія тѣлъ ускореніе обязано своимъ происхожденіемъ силѣ притяженія Земли, и оно же служитъ *мѣрой* напряженія этой силы на земной поверхности.

Стремленіе тѣлъ падать по направленію къ Землѣ, или притяженіе земной матеріи, создаетъ въ нашемъ умѣ представленіе о *тяжести* или вѣсѣ. Если нѣкоторое тяжелое тѣло мы помѣстимъ на чашку вѣсовъ, на другой чашкѣ которыхъ нѣтъ уравновѣшивающаго груза, то нагруженная нами чашка тотчасъ же начинаетъ опускаться; и паденіе ея продолжается до тѣхъ поръ, пока она не достигнетъ подставки или земли, если только этому не препятствуетъ самое устройство вѣсовъ. Изъ постоянно наблюдаемаго нами процесса обыкновеннаго взвѣшиванія мы знаемъ, однако, что равновѣсіе вѣсовъ возстановляется легко. Для этого стоитъ только положить на пустую чашку подходящій грузъ, и по величинѣ этого извѣстнаго намъ груза мы судимъ о тяжести (или вѣсѣ) первоначально положеннаго на чашку вѣсовъ тѣла. Предположимъ теперь, что тѣла не обладаютъ стремленіемъ падать на Землю, или, что то же, Земля не оказываетъ притягательнаго воздѣйствія на матерію. Въ такомъ случаѣ мы не въ состояніи были бы подобрать грузъ, способный уравновѣсить положенное на чашку вѣсовъ какое бы то ни было тѣло. Да и вообще вопросъ о взвѣшиваніи потерялъ бы всякій смыслъ. Чѣмъ бы и какъ бы мы ни нагружали обѣ чашки вѣсовъ, онѣ оставались бы въ томъ положеніи, какое намъ вздумалось бы имъ придать,—равновѣсія или нѣтъ—безразлично. Значитъ, при сдѣланномъ нами допущенiи тѣла не имѣли бы вѣса или, другими словами,—если бы сила тяготѣнiя перестала дѣйствовать, то матерiя (вещество), вообще, не имѣла бы вѣса. Такимъ образомъ мы въ состоянiи представить себѣ существованiе матерiи (вещества) безъ вѣса, такъ что отсутствiе силы притяженiя (тяготѣнiя) еще совсѣмъ не значитъ, что и сама матерiя перестаетъ существовать. При обсужденiи весьма многихъ и тонкихъ вопросовъ о строенiи вселенной это необходимо имѣть въ виду.

Самое замѣчательное, быть можетъ, свойство силы притяженiя состоитъ въ томъ, что она одинаково распространяется на всѣ виды и роды вещества. Это значитъ, что если нѣсколько тѣлъ находятся на нѣкоторомъ, но для всѣхъ одинаковомъ, разстоянiи отъ центра Земли, то сила (будемъ пока употреблять это слово) прятяженiя ихъ къ центру будетъ зависѣть только отъ *количества* заключающагося въ этихъ тѣлахъ вещества (матерiи), иначе говоря,—отъ *массы* тѣлъ, но никоимъ образомъ отъ качества, или состава этихъ массъ. Будутъ ли тѣла состоять, говоря грубо, изъ дерева, камня, олова, свинца, воды, или газа,—все равно,—они будутъ притягиваться одинаково, если одинаковы количества заключенной въ нихъ массы. Въ этомъ отношенiи сила притяженiя существенно отличается, наприм., отъ силы магнетизма, или магнитнаго притяженiя, которое имѣетъ мѣсто только для немногихъ извѣстнаго рода тѣлъ.

Изъ послѣдняго свойства притяженiя слѣдуетъ, что если съ одинаковой высоты и въ одно и то же время пустить на Землю кусокъ, скажемъ, свинца и такое легкое тѣло, какъ перышко, то они при дѣйствiи одной только силы тяжести должны одновременно упасть на землю (ускоренiе для всѣхъ одинаково). На самомъ дѣлѣ, оно такъ и есть.

Если же мы видимъ, что свинецъ падаетъ, какъ говорится, «стремглавъ», а перышко медленно кружится и колеблется въ воздухѣ и не скоро достигаетъ Земли, то здѣсь мы должны имѣть въ виду, что помимо силъ тяжести при обыкновеныхъ условiяхъ на тѣла дѣйствуютъ еще и другiя силы. Въ частности—сила сопротивленiя воздуха. Но если заставить падать тѣла въ лишенномъ воздуха (безвоздушномъ) пространствѣ,—или, какъ говорится въ физикѣ, въ пустотѣ,—съ одинаковой высоты и одновременно, то они достигаютъ земли вмѣстѣ.

Другими словами: *какой бы величины, формы и состава ни были тѣла, но, пущенныя въ пустотѣ съ одинаковой высоты въ одно и то же время, они летятъ рядомъ бокъ о бокъ и одновременно достигаютъ земли.*

Съ какой бы высоты и какое бы тѣло мы ни бросали, оно всегда стремится упасть на землю. Но напряженiе силы притяженiя, однако, измѣняется въ зависимости отъ высоты. Чѣмъ больше разстояніе отъ центра Земли, тѣмъ сила притяженія меньше. И притомъ она уменьшается въ гораздо большей степени, чѣмъ увеличивается разстоянія отъ центра Земли. Допустимъ, наприм., что мы поднялись надъ Землей приблизительно на высоту 6 000 верстъ, т. е. на разстояніе, равное радіусу Земли. Значитъ, наше разстояніе отъ центра Земли увеличится *вдвое*. Оказывается, что при такомъ разстояніи напряженіе силы тяжести уменьшится *вчетверо* противъ такого же напряженія на поверхности Земли. Если, скажемъ, на земной поверхности мы величину этой силы выразимъ числомъ 32, то на двойномъ разстояніи отъ центра Земли получимъ только четверть этого числа, т. е. 8. Если на поверхности Земли свободно падающее тѣло проходитъ въ первую секунду пространство въ 16 футовъ, то на высотѣ 6 000 верстъ въ ту же первую секунду оно пройдетъ только 4 фута. То же самое можно выразить и иначе: тѣло, скажемъ, «вѣситъ» на поверхности Земли (т. е. за 6 000 верстъ отъ центра Земли) 1 фунтъ. На высотѣ 6 000 верстъ отъ поверхности (или двойномъ разстояніи отъ центра) оно будетъ вѣсить только $^1/_4$ фунта; на высотѣ 12 000 верстъ отъ Земли (или тройномъ разстояніи отъ центра Земли) оно будетъ вѣсить только одну девятую фунта, на разстояніи отъ земного центра вчетверо большемъ оно будетъ вѣсить 16 разъ меньше, т. е. одну шестнадцатую фунта и т. д.... Все вышеизложенное коротко выражаютъ такими словами: величина силы приженія измѣняется *обратно пропорціонально* квадрату[1]) разстоянія отъ центра Земли. Законъ же всемірнаго тяготѣнія въ полномъ своемъ выраженіи состоитъ въ слѣдующемъ:

Каждая частица матеріи (вещества) во вселенной притягиваетъ каждую другую частицу съ силой, которая направлена по прямой линіи, соединяющей эти частицы, и которая по величинѣ пропорціональна произведенію массъ этихъ частицъ и обратно пропорціональна квадрату разстоянія одной частицы отъ другой.

Вотъ тотъ законъ, на которомъ основывается современная наука, разбирающаяся въ явленіяхъ и устройствѣ всей доступной намъ вселенной. Законъ этотъ выведенъ изъ весьма многочисленныхъ наблюденій и опытовъ,—въ частности изъ изученія законовъ паденія тѣлъ подъ дѣйствіемъ земного притяженія, а также законовъ движенія планетъ по ихъ криволинейнымъ путямъ (орбитамъ).

---

[1]) Если двѣ величины находятся въ такой зависимости другъ отъ друга, что съ увеличеніемъ или уменьшеніемъ одной *соотвѣтственно* увеличивается или уменьшается другая, то такія величины суть *прямо*-пропорціональныя, или просто говорятъ: пропорціональныя другъ другу. Если съ уменьшеніемъ одной другая увеличивается, или наоборотъ, то это величины *обратно*-пропорціональныя. *Квадратомъ* числа называется произведеніе отъ умноженія числа самого на себя.

Указавъ на законы свободнаго паденія тѣлъ, на свойства земного притяженія и изложивъ законъ всеобщаго тяготѣнія, перейдемъ въ заключеніе къ самому, быть можетъ, интересному вопросу: На какомъ основаніи и почему допущена такая всеобщность этого закона? Что даетъ безспорное право наукѣ строить на этомъ законѣ, если и не все мірозданіе, то во всякомъ случаѣ нашу солнечную систему?

Что приведенный выше законъ тяготѣнія вѣренъ для всѣхъ доступныхъ нашему *опыту* областей,—это доказано. И на вершинахъ высочайшихъ горъ, и на днѣ самыхъ глубокихъ рудниковъ правдивость этого закона провѣрена опытнымъ путемъ. Но, вѣдь, достигнутыя человѣкомъ высоты и глубины — ничто въ сравненіи хотя бы съ радіусомъ только Земли, — съ разстояніемъ отъ ея центра до ея поверхности. Какъ же можно утверждать, что приведенный выше законъ тяготѣнія вѣренъ не только для огромной солнечной системы, но даже для всей вселенной? Что доказываетъ, что во всемъ окружающемъ насъ мірозданіи сила тяготѣнія прямо пропорціональна массамъ и обратно пропорціональна квадрату разстоянія притягивающихся тѣлъ? Здѣсь мы стоимъ предъ одной изъ величайшихъ страницъ исторіи завоеваній человѣческаго ума.

Исаакъ Ньютонъ первый задалъ себѣ задачу подняться выше доступныхъ человѣческой ногѣ горъ и провѣрить этотъ законъ сначала по взаимодѣйствію, если оно есть, между Землей и ея спутникомъ — Луной.

Разстояніе между Луной и Землей было опредѣлено. Массы того и другого тѣла тоже были опредѣлены въ его время довольно точно. Слѣдовательно, принимая приведенный нами выше законъ за истину, оставалось вычислить величину силы земного притяженія на разстояніи Луны отъ Земли. Выполнивъ эту задачу, Ньютонъ нашелъ, во-первыхъ, что эта сила совершенно достаточна для того, чтобы удержать Луну на ея орбитѣ при движеніи вокругъ Земли. Вслѣдъ затѣмъ онъ на этомъ же основаніи объяснилъ всѣ свойства луннаго движенія и, въ концѣ концовъ, доказалъ, что сила взаимодѣйствія между Землей и Луной есть именно та сила «тяжести», которая заставляетъ падать на земную поверхность всякое свободное, ничѣмъ не удерживаемое тѣло.

Но если это есть *та самая* сила, то на первый взглядъ представляется непонятнымъ, почему Земля не притягиваетъ къ себѣ Луны совсѣмъ? Почему Луна не падаетъ на Землю, а, то приближаясь, то удаляясь отъ нея, всегда остается на одномъ и томъ же *среднемъ* разстояніи, двигаясь по замкнутой орбитѣ.

Если бы Земля и Луна были обѣ въ покоѣ, то несомнѣнно, что дѣйствующее между ними по прямой линіи тяготѣніе привело бы къ тому, что одно тѣло упало бы на другое. Но дѣло въ томъ, что Луна *движется*, и все вліяніе притяженія, оказываемаго на нее Землей, сводится только къ тому, чтобы обратить это *прямолинейное* движеніе Луны, отдаляющее ее отъ Земли, въ *криволинейное* — вокругъ Земли. Чтобы сказанное было понятно, приведемъ здѣсь *законы движенія*, на которыхъ основана современная механика. Законы эти также формулированы Ньютономъ.

1.—Всякое тѣло пребываетъ въ состояніи или покоя, или прямолинейнаго равномѣрнаго движенія, если только этого состоянія не измѣняютъ посторонні\u0456я, дѣйствующ\u0456я на тѣло, силы.

2.—Измѣненіе движенія пропорціально дѣйствующей силѣ, и совершается это измѣненіе въ направленіи прямой линіи, по которой дѣйствуетъ сила.

3.—Дѣйствіе всегда равно противодѣйствію силы или: дѣйствія двухъ тѣлъ другъ на друга равны и направлены въ противоположныя стороны.

Усвоивъ приведенные три закона, легко будетъ понять слѣдующее:

Вотъ мы беремъ заряженную пушку и стрѣляемъ. По первому закону движенія ядро, получившее мгновенный толчокъ, должно двигаться съ *одной и той же* скоростью *вѣчно* и *прямолинейно*. Но на то же ядро дѣйствуетъ *извнѣ* и другая сила—сила постояннаго притяженія Земли (другія силы.—какъ сопротивленіе воздуха и т. д.—мы здѣсь не беремъ въ расчетъ); и по второму закону движенія это летящее равномѣрно и прямолинейно ядро должно *падать*,—постоянно измѣнять движеніе по направленію къ центру Земли. Что же получится въ результатѣ? Ясно, что ядро отъ мгновенія къ мгновенію подъ дѣйствіемъ притяженія будетъ *отклоняться* отъ своего *прямолинейнаго движенія*. Оно опишетъ нѣкоторую кривую (параболу) и въ концѣ концовъ упадетъ на Землю. Но возможно представить и другой случай: Сила заряда будетъ столь велика, что ядро разовьетъ первоначальную скорость въ

7—8 верстъ въ секунду. При этой скорости, оказывается, движеніе ядра *по инерціи* (по первому закону) въ соединеніи съ дѣйствіемъ притяженія (по второму закону) будетъ таково, что ядро *не* упадетъ на Землю, а будетъ носиться вокругъ нашей планеты по круговой линіи. Оно обратится въ «спутника» Земли.

Совершенно то же самое происходитъ и съ Луной. Ньютонъ, зная разстояніе, массы Луны и Земли, самостоятельно вычислилъ, какая сила земного притяженія потребна для того, чтобы заставить движущуюся по инерціи прямолинейно Луну не уходить отъ Земли, а вращаться около послѣдней. Оказалось, что для этого достаточно силы въ 3 600 разъ меньшей, чѣмъ притяженіе на поверхности Земли. Но Луна находится отъ Земли на разстояніи, равномъ 60-ти земнымъ радіусамъ. А квадратъ 60 и есть ровно 3 600 ($60^2 = 3\,600$). Такъ былъ блистательно подтвержденъ законъ обратной пропорціональности квадратовъ разстояній. Такъ было доказано, что сила, заставляющая Луну обращаться около Земли, есть, въ сущности, та же сила, которая заставляетъ падать на Землю брошенный камень.

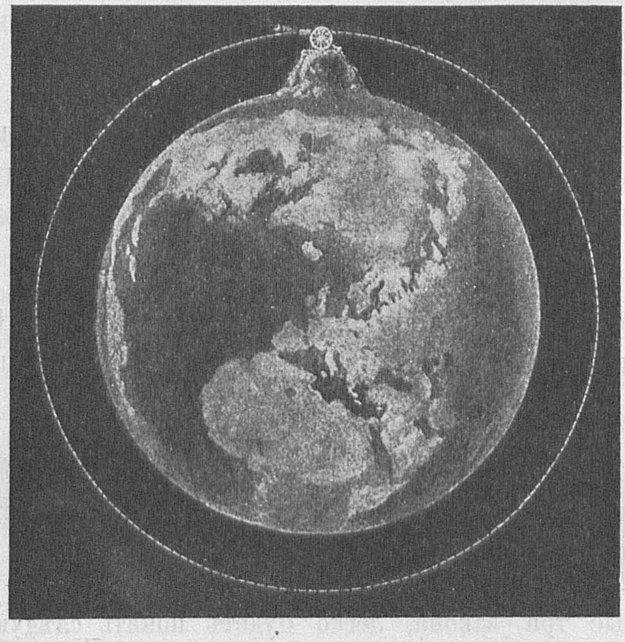


Рис. 30. Поясненіе къ ученію о движеніи Луны вокругъ Земли.

Оставалось итти дальше,—проникнуть во вселенную глубже. Мы уже знаемъ, что Кеплеръ въ XVI столѣтіи, воспользововавшись наблюденіями Тихо Браге, вывелъ законы движенія планетъ около Солнца. Приложивъ общій законъ всемірнаго тяготѣнія и законы движенія, Ньютонъ всѣ законы Кеплера вывелъ изъ этого общаго закона, какъ частные случаи. «Практическіе», выведенные изъ наблюденій, Кеплеровскіе законы стали достояніемъ научной теоріи — небесной механики. Вся солнечная система оказалась подчиненной одному великому закону,—закону всеобщаго тяготѣнія, проявленія котораго мы наблюдаемъ ежедневно при видѣ падающаго тѣла. Но наука идетъ дальше. Есть всѣ основанія предполагать, что тотъ же законъ господствуетъ и дальше, за предѣлами нашей солнечной системы, въ другихъ отдаленнѣйшихъ звѣздныхъ мірахъ. Наблюденія надъ такъ называемыми двойными» и вообще сложными звѣздами въ особенности убѣждаютъ въ этомъ. Объ этомъ намъ придется еще говорить.

Такъ правильный и постоянный ходъ научной мысли отъ разсмотрѣнія явленія падающаго камня возвышается до проникновенія въ тайны законовъ вселенной.

Но въ чемъ же сущность? Гдѣ, искать причину этой таинственной силы взаимнаго тяготѣнія, проницающаго всю вселенную? Здѣсь, описавъ явленія и свойства, присущія этой силѣ, отыскавъ даже общіе законы, по которымъ эта сила дѣйствуетъ, мы должны остановиться предъ новымъ огромной важности вопросомъ. Здѣсь мы вступаемъ въ область всяческихъ предположеній и догадокъ. Какъ бы ни были остроумны эти предположенія и какіе бы высокіе авторитеты ихъ ни высказывали, наука пока не въ состояніи вполнѣ удовлетворительно отвѣтить на этотъ новый вопросъ.

На долю Ньютона выпало рѣдкое счастье признанія соотечественниками еще при жизни его научныхъ заслугъ. Врядъ ли кто до него и послѣ него пользовался въ Англіи такимъ авторитетомъ и поклоненіемъ. На материкѣ Европы, въ частности во Франціи, идеи Ньютона прививались болѣе медленно. Слѣдуетъ замѣтить, все же, что извѣстный энциклопедистъ Вольтеръ (1694 — 1778) былъ горячимъ сторонникомъ Ньютона и даже, будучи диллетантомъ въ математикѣ, посвятилъ популяризаціи ньютоновской теоріи тяготѣнія цѣлое сочиненіе подъ заглавіемъ «Элементы философіи Ньютона» (*«Eléments de la philosophie de Newton»*). Книга отличается обычными качествами вольтеровскаго стиля: необычайной живостью изложенія и ясностью мысли. Читатель, конечно, не посѣтуетъ на насъ, если мы приведемъ отрывокъ изъ одной главы этого сочиненія, освѣщающій разсматриваемый вопросъ о тяготѣніи. Чѣмъ болѣе данныхъ окажется въ его распоряженіи по этому вопросу,—тѣмъ лучше.

Однажды—это было въ 1666 г.—Ньютонъ во время своего пребыванія въ деревнѣ замѣтилъ, какъ съ дерева падали плоды. Благодаря этому онъ, — какъ мнѣ передавала его племянница, госпожа Кондюи,—погрузился въ размышленія о причинѣ, побуждающей всѣ тѣла двигаться по направленію къ центру Земли [1]).

---

[1]) Кто-то однажды спросилъ Ньютона, какимъ путемъ онъ пришелъ къ открытію закона въ міровой системѣ. «Я постоянно объ этомъ думалъ», такъ отвѣтилъ Ньютонъ. Вотъ въ чемъ тайна всѣхъ великихъ открытій. Научный геній зависитъ отъ напряженнаго и сосредоточеннаго вниманія, на какое только способна голова человѣка (прим. Вольтера).

«Какова, спросилъ онъ себя, эта сила? Вѣдь она бы подѣйствовала на эти только что упавшіе съ дерева плоды, если бы они находились даже на высотѣ 3 000 или 10 000 туазовъ. Если же это такъ, то она должна дѣйствовать и съ того мѣста, гдѣ находится Луна, до самаго центра Земли. И далѣе: въ чемъ бы ни состояла эта сила, она должна быть тою же, которая обусловливаетъ притяженіе планетъ къ Солнцу или спутниковъ Юпитера къ нему. Но всѣ слѣдствія, выведенныя изъ законовъ Кеплера, доказываютъ, что всѣ міровыя тѣла второго порядка стремятся къ тому міровому тѣлу, которое находится въ фокусѣ ихъ орбитъ и, притомъ, это стремленіе тѣмъ болѣе сильно, чѣмъ ближе эти тѣла къ нему находятся. Тѣло, которое бы находилось на мѣстѣ Луны, и тѣло, находящееся вблизи Земли, одинаково должны къ ней стремиться и притомъ по опредѣленному закону, который долженъ былъ бы выражаться нѣкоторою зависимостью отъ разстояній.

«Чтобы составить себѣ понятіе о томъ, одинаковы ли причины, заставляющія планеты совершать свои пути, а земныя тѣла — падать на землю, требуется нѣкоторое измѣреніе: необходимо только изслѣдовать, какое пространство будутъ пробѣгать въ опредѣленное время два тѣла, изъ которыхъ одно будетъ около Земли, другое же—на разстояніи, равномъ разстоянію Луны. Самую Луну можно разсматривать какъ тѣло, стремящееся упасть на Землю и въ каждое мгновеніе падающее къ Землѣ на такой кусокъ, на какой она отклоняется отъ линіи, касательной къ ея орбитѣ. Слѣдовательно, необходимо точно узнать разстояніе Луны отъ Земли, а для этого необходимо, чтобы намъ была извѣстна величина нашего земного шара».

Таковы были соображенія Ньютона. Что касается размѣровъ Земли, то онъ пользовался неточными данными моряковъ, считавшихъ, что градусъ широты имѣетъ 60 англійскихъ или 20 французскихъ миль, тогда какъ въ дѣйствительности его величина равна 70 англ. милямъ А между тѣмъ въ то время уже существовало болѣе точное измѣреніе Земли: Снеллій (Snellius) въ началѣ XVII вѣка произвелъ это измѣреніе 1). Кромѣ того и одинъ изъ англійскихъ математиковъ (Норвудъ, Norwood) въ 1636 году произвелъ довольно точное градусное измѣреніе и нашелъ градусъ равнымъ приблизительно 70 милямъ. Однако это измѣреніе, сдѣланное 30-ю годами раньше, какъ и измѣреніе Снеллія, остались Ньютону неизвѣстными. Гражданскія войны, обуревавшія Англію, имѣли столь же тяжелыя послѣдствія для науки, какъ и для государства. Вотъ почему единственное точное измѣреніе Земли было забыто, и всѣ пользовались приблизительными числами, которыя давались моряками. На основаніи этихъ чиселъ разстояніе Луны отъ Земли было опредѣлено меньшимъ, чѣмъ какое оно въ дѣйствительности, и вычисленія, сдѣланныя Ньютономъ, не дали ни обратнаго отношенія между притяженіемъ и разстояніями, ни обратнаго съ квадратами разстояній. Въ виду этого Ньютонъ оставилъ свои работы въ этомъ направленіи, такъ какъ не считалъ возможнымъ пригонять природу къ своимъ соображеніямъ, а, наоборотъ, желалъ свои предположенія подчинять природѣ.

---

1) Снеллій родился въ 1591 году въ Лейденѣ и умеръ тамъ же въ 1621 г. Ему принадлежитъ открытіе законовъ преломленія свѣта. Измѣреніе градуса, сдѣланное имъ между Bergen-op-Zoom'омъ и Alkmaar'омъ, дало для величины градуса 55 072 туаза. Это измѣреніе было первымъ, въ которомъ былъ употребленъ такъ называемый способъ тріангуляціи.

Только позже, на основаніи весьма точнаго измѣренія Земли, произведеннаго во Франціи[1]), Ньютону удалось доказать справедливость своей теоріи. Дѣйствительно, оказалось, что тяготѣніе дѣйствуетъ обратно пропорціонально квадратамъ разстояній; это нужно понимать такъ: тѣло, вѣсящее на поверхности Земли 100 фунтовъ, при удаленіи отъ центра Земли на разстояніе, въ 10 разъ большее, будетъ вѣсить только 1 фунтъ.

Сила тяготѣнія никоимъ образомъ не есть результатъ вихревого движенія весьма тонкой матеріи[2]), ибо дѣйствуетъ на тѣла пропорціонально ихъ массамъ, а не поверхностямъ. А такъ какъ эта сила дѣйствуетъ обратно пропорціонально квадратамъ разстояній, а въ 60 секундъ падающее на землю тѣло прошло бы 54 000 футовъ, то тѣло, которое было бы удалено отъ Земли на разстояніе 60-ти ея радіусовъ, пробѣжало бы въ 60 секундъ только 15 футовъ[3]).

Луна удалена отъ насъ, приблизительно, на 60 земныхъ радіусовъ. На основаніи сдѣланныхъ во Франціи измѣреній мы знаемъ, сколько футовъ имѣетъ орбита Луны; извѣстно, что Луна пробѣгаетъ въ одну минуту среднимъ числомъ 187 961 парижскихъ фута.

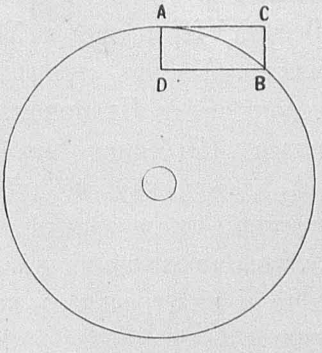


Рис. 31.

Предположимъ, что въ одну минуту Луна прошла изъ точки А въ точку С и притомъ прошла это разстояніе подъ вліяніемъ двухъ силъ: одной, которая гонитъ Луну по касательной къ орбитѣ линіи АС и другой — силы тяготѣнія, заставляющей ее проходить разстоянія $AD = CB$. Представимъ себѣ, что сила, толкающая Луну отъ А къ С, устранена; въ такомъ случаѣ останется одна сила, величина которой можетъ быть изображена разстояніемъ СВ. Не трудно вычислить, что, если кривая линія АВ имѣетъ 187961 футъ, то линія СВ или AD будетъ имѣть только 15 футовъ. Такимъ образомъ Луна падала бы на Землю со скоростью 15 футовъ въ минуту, а это пространство въ 3 600 разъ меньше того, которое пробѣжало бы въ одну минуту свободно падающее на землю тѣло; 3 600 же есть какъ разъ квадратъ его удаленія (60×60).

Сила тяготѣнія, которая, слѣдовательно, направляетъ Луну по ея пути, направляетъ и Землю по ея орбитѣ; точно также этой силѣ подчинены и всѣ остальныя планеты. Поэтому необходимо допустить, что сила тяготѣнія и есть сила, управляющая всею природой.

Разсказъ Вольтера въ той части, которая касается обстоятельствъ, сопровождавшихъ открытіе закона тяготѣнія, нуждается въ поправкахъ. Вольтеръ разсказываетъ распространенную и до сихъ поръ «исторію о яблокѣ», паденіе котораго съ дерева натолкнуло будто бы Ньютона на мысль о тяготѣніи еще въ 1666 году. Въ настоящее время можно считать установленнымъ, что исторія эта вымышлена и представляетъ просто одинъ изъ тѣхъ анекдотовъ, которые часто создаются около имени великихъ людей. Мысль и разработка законовъ тяготѣнія явилась у Ньютона только съ 1679 года по поводу спора съ другимъ ученымъ Гукомъ о формѣ линіи, описываемой падающимъ тѣломъ. Представляется также въ высшей степени невѣроятнымъ, чтобы Нютонъ своевременно не зналъ о тѣхъ болѣе точныхъ градусныхъ измѣреніяхъ, о которыхъ упоминаетъ Вольтеръ.

---

[1]) Здѣсь *идетъ рѣчь о градусномъ измѣреніи*, произведенномъ Пикаромъ (Picard) въ *1679 г. между Аміеномъ и Мальвуазеномъ*. Это измѣреніе дало для одного градуса 57 060 туазовъ.

[2]) Существованіе подобнаго вихревого движенія принималъ Декартъ.

[3]) Такъ какъ на разстояніи *60 радіусовъ сила притяженія* уменьшилась бы въ $60 \times 60 = 3\,600$ разъ, а $54\,000 : 3\,600 = 15$.

Послѣ великаго открытія Ньютона и полученныхъ изъ него слѣдствій, изложенныхъ въ «Математическихъ началахъ естественной философіи», сдѣлалась возможной новѣйшая теоретическая астрономія, сдѣлалось въ частности возможнымъ появленіе «небесной механики». Весь XVIII и частью XIX вѣкъ были посвящены выдающимися математиками всѣхъ странъ и народовъ разработкѣ наслѣдія, оставленнаго человѣчеству Ньютономъ. Огромный трудъ знаменитаго француза Лапласа «Небесная механика», появившійся въ 1799 году, какъ и «Аналитическая механика» Лагранжа представляютъ дальнѣйшее продолженіе и завершеніе труда Ньютона. Математическій анализъ въ астрономической наукѣ, благодаря его же открытію дифференціальнаго и интегральнаго исчисленій получилъ небывало могущественную силу.

Ньютономъ и его закономъ всеобщаго тяготѣнія закончимъ настоящую главу, приводящую насъ къ преддверію новѣйшей астрономіи съ ея множествомъ удивительнѣйшихъ открытій. Бросая бѣглый взглядъ назадъ, нельзя не остановиться и не задуматься невольно надъ тѣмъ, что въ основаніе величественнаго зданія современной астрономической науки положилъ свой камень геній каждой изъ великихъ народностей, населяющихъ Европу—славянинъ Коперникъ, итальянецъ Галилей, нѣмецъ Кеплеръ, неизвѣстный голландецъ, открывшій зрительную трубу, и голландецъ же Гюйгенсъ, датчанинъ Тихо Браге, англичанинъ Ньютонъ.... Словно Божественный Промыселъ захотѣлъ воочію показать людямъ, что ни одна нація, ни одинъ народъ не обиженъ великими духовными дарами. Предъ лицомъ вѣчной истины и ея служительницы науки всѣ равны и всѣ заслуживаютъ одинаковаго уваженія и правъ на свободное существованіе, потому что всѣ одинаково могутъ служить высокой цѣли самосовершенствованія.

Въ слѣдующихъ главахъ мы попробуемъ подойти къ предмету еще ближе и вслѣдъ за великими подвижниками науки войти въ самое «мѣсто свято» и посмотрѣть, съ помощью чего, какъ и до какихъ предѣловъ дошло человѣчество въ современномъ пониманіи міра и человѣка. Какъ росло, растетъ и укрѣпляется понятіе о величіи и безконечности вселенной наряду съ сознаніемъ относительнаго ничтожества и тлѣнности всего земного—въ особенности такого, что не выходитъ за предѣлы мелкихъ человѣческихъ страстей и страстишекъ.

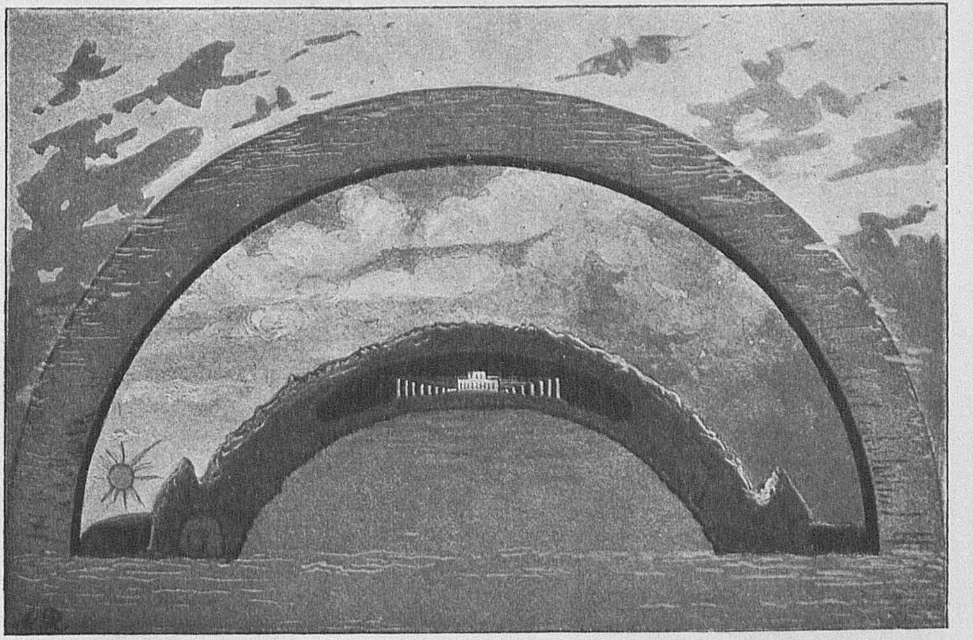


Рис. 32. Небо и Земля по представленію древнихъ Вавилонянъ.

Рисунокъ Ренике по наброску Іенсена.

Верхній сводъ — небо, покоящееся на фундаментѣ. За нимъ -- мѣсто пребыванія боговъ, «внутренность неба», освѣщенная Солнцемъ, и небесный океанъ— «высшія воды». На востокѣ есть ворота, въ которыя Солнце входитъ, на западѣ, куда оно заходитъ. На небѣ бываютъ звѣзды, планеты («удаляющіяся овцы»), метеоры («блистающія звѣзды»): Земля представлена въ видѣ круглой горы, покоящейся на водахъ вселенной. На востокѣ ея — «свѣтлая гора восхода Солнца», на западѣ «темная гора захода Солнца». Подъ землей находится обитель мертвыхъ. Это — зданіе или городъ раздѣленное семью стѣнами на 7 закрытыхъ отдѣленій. Выходъ изъ этой обители на западѣ. Земля внутри пустая и содержитъ воды вселенной.

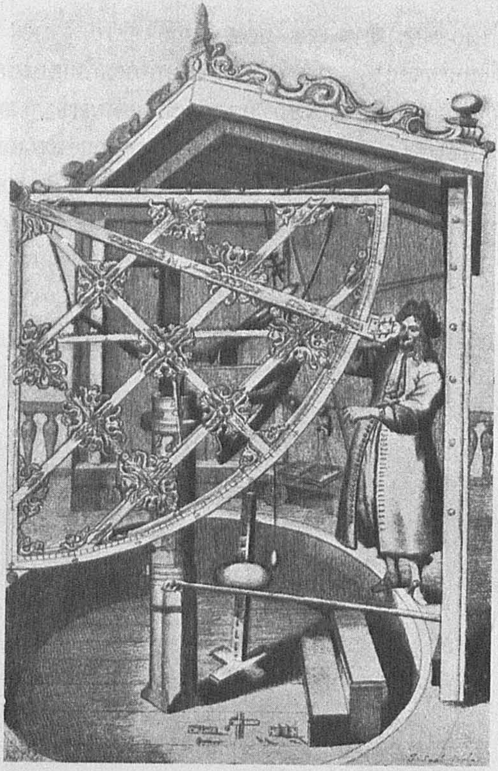


Рис. 33. Наблюденія неба въ 17-мъ столѣтіи.
Изъ сочиненія Іоганна Гевелія «Machina Cœlestis». 1672.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

Астрономія XVIII и начала XIX вѣка. — Разработка началъ Коперника и Ньютона. — Связь техники и науки. — Усовершенствованіе астрономической трубы. — Видимая сфера небесная и главнѣйшіе ея круги. — Объ астрономическихъ измѣреніяхъ. — Астрономическіе приборы въ древности. — Китайцы, Египтяне, Халдеи, Греки. — Арабы. — Возрожденіе астрономіи въ Европѣ. — Тихо Браге. — Дальнѣйшее усовершенствованіе астрономической трубы. — Рефракторъ и рефлекторъ. — Ф. В. Гершель и его великія открытія. — Переворотъ во взглядахъ на вселенную. — Дальнѣйшіе успѣхи техники устройства астрономическихъ инструментовъ. — Фраунгоферъ. — Современные телескопы и обсерваторіи. — Обсерваторія на Монбланѣ. — Общіе выводы.

Весь XVIII и частью XIX вѣкъ были посвящены разработкѣ великихъ открытій Коперника, Кеплера, Галилея и Ньютона. Появился рядъ блестящихъ и геніальныхъ математиковъ, доведшихъ способы математическаго анализа и исчисленія до изумительнаго совершенства и тонкости. Основанія механики подверглись самой тщательной критической

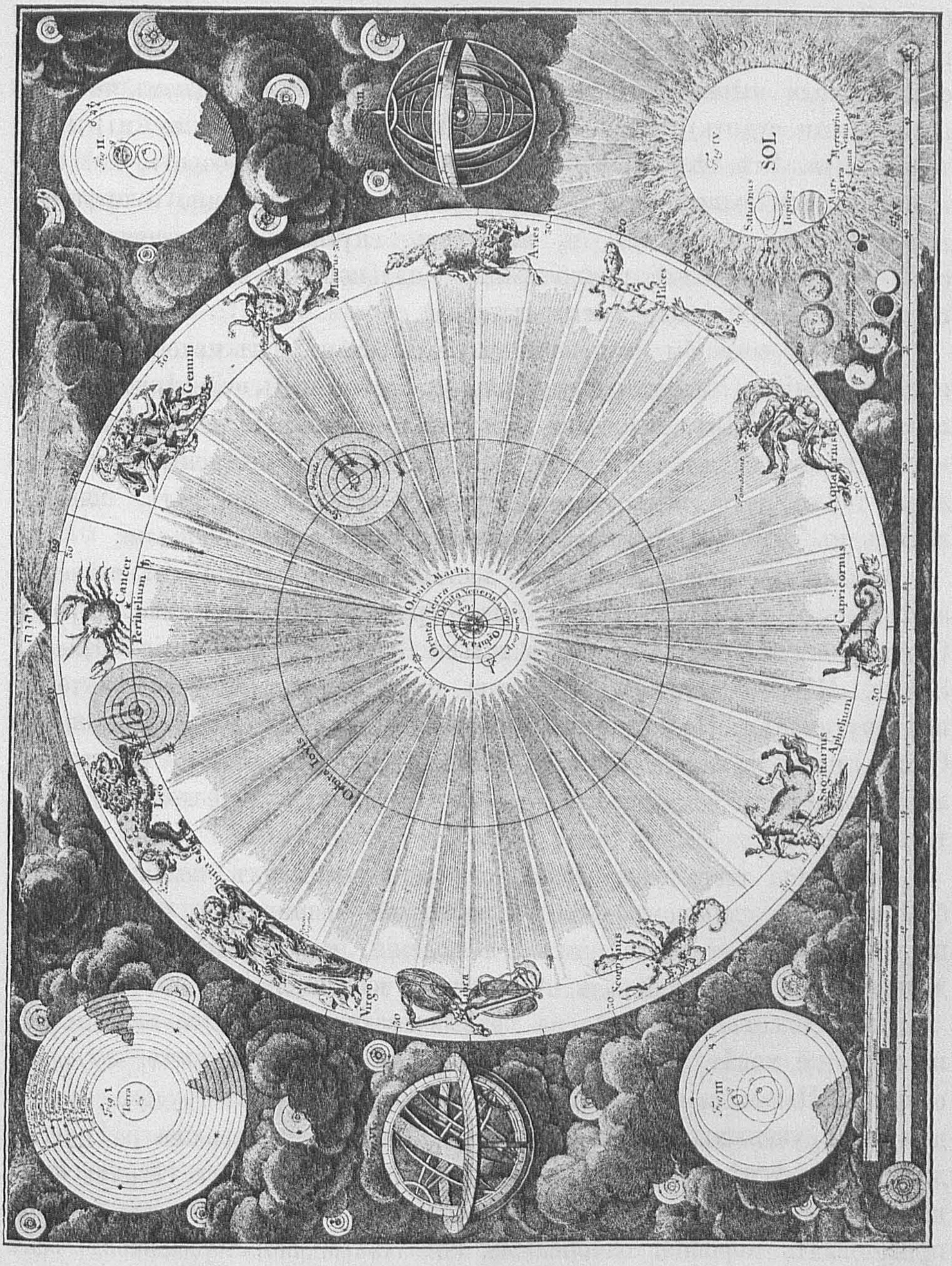


Fig. II
Fig. IV
SOL
Saturnus
Jupiter
Mars
Terra
Venus
Mercurius
Luna
Aries
Pisces
Taurus
Gemini
Aquarius
Cancer
Perihelium
Capricornus
Orbita Martis
Orbita Terrae
Orbita Veneris
Orbita Jovis
Leo
Sagittarius
Aphelium
Virgo
Libra
Scorpius
Fig. I
Terra
Fig. III

Рис. 34. Система міра по представленіямъ въ началѣ 18-го столѣтія.

По гравюрѣ изъ «Biblia Sacra» 1723 г.

Внутри система міра Коперника. Вверху налѣво (фиг. I) древняя Птоломеева система. Направо вверху (фиг. II) система міра, предложенная Тихо Браге. Внизу налѣво (фиг. III) видоизмѣненіе системы Тихо. Наконецъ (фиг. IV) направо внизу показываетъ относительныя величины Солнца и планетъ.

обработкѣ, а затѣмъ обратились въ стройную науку огромной важности и точности. Въ основу всѣхъ взглядовъ и соображеній (объ устройствѣ сначала только нашей солнечной системы,—объ остальномъ не было возможности судить) легъ, конечно, ньютоновскій законъ всемірнаго тяготѣнія. Всѣ тѣла притягиваются Солнцемъ, и наоборотъ, всѣ они притягиваютъ Солнце; всѣ планеты притягиваются взаимно и притягиваютъ своихъ спутниковъ, и, наоборотъ, спутники притягиваютъ къ себѣ планету съ силой, прямо пропорціональной ихъ массамъ и обратно пропорціональной квадратамъ разстояній.

Гдѣ бы и когда бы ни прилагали этотъ законъ, онъ находилъ всегда подтвержденіе, и благодаря ему явилась возможность опредѣлить и объяснить форму, вѣсъ, величину, разстоянія и движенія небесныхъ тѣлъ, принадлежащихъ къ солнечной системѣ. Были опредѣлены и вычислены также пути тѣхъ таинственныхъ и загадочныхъ тѣлъ, попадающихъ въ солнечную систему, которыя называются *кометами*.

Впрочемъ, солнечная система, доставшаяся въ удѣлъ для изученія астрономамъ XVIII столѣтія, была сравнительно невелика. Кромѣ Солнца, она заключала въ себѣ только 6 планетъ: Меркурія, Венеру, Землю, Марса, Юпитера и Сатурна съ немногими извѣстными тогда ихъ спутниками. По отношенію къ этой небольшой семьѣ облетающихъ Солнце планетъ было сдѣлано и дѣлалось рѣшительно все, что только могъ придумать человѣческій умъ и чудеса математической изобрѣтательности.

Но этихъ чисто умозрительныхъ математическихъ познаній было бы, конечно, слишкомъ мало, если бы не расширились и не улучшились способы человѣческихъ наблюденій, не явилась возможность дальше и дальше проникать въ глубины вселенной.

Быть можетъ, кому-либо на первый взглядъ покажется страннымъ, но тѣмъ не менѣе будетъ совершенно справедливымъ сказать, что послѣ открытій Ньютона, послѣ обработки и продолженія его трудовъ послѣдующими учеными вплоть до Эйлера, Лапласа, Лагранжа и Гаусса, дальнѣйшіе успѣхи астрономіи, какъ науки, становятся въ тѣсную связь и зависимость отъ успѣховъ *техники*, въ частности: отъ умѣнья приготовлять хорошіе, однородные, не заключающіе пузырьковъ воздуха куски извѣстныхъ сортовъ стекла, отъ способовъ шлифовки и полировки этихъ стеколъ, отъ умѣнья приготовлять всякаго рода точные измѣрительные приборы, отъ успѣховъ фотографіи, отъ приготовленія свѣточувствительныхъ пластинокъ и т. д.

Пока единственнымъ орудіемъ наблюденія небесъ оставался только человѣческій глазъ, астрономія по необходмости должна была пребывать въ младенческомъ состояніи. Какъ бы глубоко ни пытались проникнуть въ тайны мірозданія такіе геніи мысли и труда, какъ Коперникъ и Ньютонъ, все же приподнятый имъ краешекъ завѣсы былъ слишкомъ незначителенъ, чтобы составить хотя приблизительное понятіе о цѣломъ, о всемъ.

Солнечная система до новыхъ открытій В. Гершеля оканчивалась Сатурномъ. Ну, а дальше что? Что же такое эти мерцающія и вѣчно, какъ казалось, одинаково относительно другъ друга расположенныя звѣзды? Что это за странныя внезапно появляющіяся на небесахъ хвостатыя кометы? Что это за рои падающихъ звѣздъ? Наконецъ, загадка изъ загадокъ и красота изъ красотъ: что это такое облегающій небо Млечный Путь? Что это за видимое глазомъ блѣдно-мерцающее пятно въ созвѣздіи Андромеды? Въ какомъ отношеніи все это находится къ Солнцу, къ Землѣ, ко всей нашей солнечной системѣ, наконецъ?

Мы упоминали уже, что едва была изобрѣтена подзорная труба, и едва Галилей впервые въ 1609 году направилъ на небо свой сравнительно слабый и несовершенный телескопъ (наилучшая изъ сдѣланныхъ имъ трубъ обладала увеличеніемъ приблизительно всего въ 32 раза), какъ тотчасъ были открыты лунныя горы, солнечныя пятна, спутники Юпитера, фазы Венеры, звѣзды, прежде невидимыя глазомъ, и звѣзды, на которыя распадается Млечный Путь и т. д. Предѣлы вселенной были сразу увеличены и раздвинуты, но и только. Являлся вопросъ: что же еще далѣе? Гдѣ же предѣлы и конецъ этому мерцающему звѣздному міру, на какомъ разстояніи и въ какомъ отношеніи къ нему находятся вдругъ ставшія доступными наблюденію на глубокой синевѣ небесъ блѣдно-серебристыя, часто еле-еле мерцающія туманности?

Но телескопъ Галилея, а также его ближайшихъ современниковъ и преемниковъ былъ слишкомъ слабъ и несовершененъ, чтобы дать хотя приблизительно отвѣты на подобные вопросы. Создавались только новыя загадки и... больше ничего! Благородной пытливости человѣческаго ума ставили препятствія несовершенства вновь изобрѣтеннаго инструмента. Дальнѣйшіе успѣхи астрономіи стали въ непосредственную связь и зависимость съ теоретическими и чисто техническими усовершенствованіями прежде всего зрительной трубы. Отнынѣ наряду съ учеными изслѣдователями неба, вырывающими изъ его глубинъ тайну за тайной, мы должны ставить имена тѣхъ изобрѣтателей и мастеровъ, которые давали въ руки ученыхъ усовершенствованныя орудія для новыхъ открытій. Въ исторію развитія астрономіи должно быть внесено не только имя того или другого астронома, совершившаго какое-либо открытіе, но и имя мастера, давшаго въ руки ученаго тотъ или иной, но по возможности совершенный инструментъ для наблюденій. Устройство и обстановка *обсерваторій*, т. е. учрежденій, гдѣ ученые астрономы производятъ главныя свои наблюденія и работы, пріобрѣтаетъ все болѣе и болѣе важное научное и общественное значеніе.

Прежде чѣмъ вести дальше краткій историческій очеркъ развитія среди человѣчества современныхъ понятій о мірозданіи, попробуемъ коснуться и этой стороны предмета. Попробуемъ заглянуть въ эти храмы науки, гдѣ служители и вмѣстѣ хозяева той же науки наблюдаютъ, измѣряютъ, фотографируютъ, вычисляютъ....

Интересно взглянуть на инструменты и приборы, на всю эту обстановку учености и труда. Но раньше всего естественно задать себѣ вопросъ, что и какъ наблюдаютъ и измѣряютъ астрономы? Ознакомимся съ нѣкоторыми важнѣйшими терминами, играющими въ наукѣ о Небѣ и Землѣ существенную роль.

При сіяніи ли солнечнаго дня, при волшебномъ ли свѣтѣ Луны и мерцаніи звѣздъ ночи смотримъ мы на небо, — всегда и вездѣ оно представляется распростертымъ надъ нашей головой вогнутымъ, огромнымъ и величественнымъ сводомъ. Сводъ этотъ на первый взглядъ кажется даже совершенно правильной шаровой поверхностью, но болѣе внимательное наблюденіе можетъ убѣдить, что онъ какъ будто расширяется по мѣрѣ того, какъ опускается къ горизонту. Всѣ блистающія и такъ или иначе движущіяся тамъ, въ безднахъ пространства, свѣтила мы относимъ къ этому видимому нами небосводу, или, какъ говорятъ, къ *видимой небесной сферѣ*. Таково ужъ свойство человѣческаго глаза. Восходитъ ли и заходитъ Солнце,—кажется, что, поднявшись изъ-за далекаго края горизонта, оно вычерчиваетъ по видимой небесной сферѣ огромную дугу—полукругъ, поднимается ровно въ полдень до высшей своей точки на «небѣ» и медленно склоняется къ закату, чтобы исчезнуть на западной сторонѣ горизонта и уступить иногда мѣсто Лунѣ, совершающей по тому же небу свой круговой путь.

Представимъ себя стоящими на плоской открытой равнинѣ, или на палубѣ судна среди моря. Оглядываясь вокругъ, мы замѣтимъ, что находимся въ центрѣ огромнаго круга, по окружности котораго небо какъ будто сливается съ Землей. Этотъ кругъ, какъ извѣстно, называется *видимымъ горизонтомъ*. Надъ этимъ горизонтомъ возвышается видимое нами полушаріе небесной сферы. Всего только полушаріе, ибо какъ ни мала наша Земля по сравненію съ разстояніями небесныхъ тѣлъ, но если мы находимся на ея поверхности, то эта поверхность скрываетъ отъ насъ половину вселенной. Чтобы увидѣть ея другую половину, мы должны перемѣститься въ другое полушаріе Земли. Такъ, мы, жители сѣвернаго полушарія, должны перебраться въ южное, чтобы увидѣть тамъ скрытыя отъ нашихъ взоровъ новыя чудеса звѣздныхъ міровъ. На нашемъ рис. 35-мъ плоскость горизонта проведена черезъ центръ Земли вмѣсто того, чтобы касаться ея поверхности. Но Земля такъ мала сравнительно съ разстояніями отъ насъ неподвижныхъ звѣздъ, что сущность дѣла отъ этого не мѣняется, а рисунокъ выигрываетъ въ ясности.

Попробуемъ наблюдать за разсѣянными на нашемъ «сѣверномъ небѣ» звѣздами, и мы убѣдимся, что всѣ онѣ *видимо* перемѣщаются по небосводу, при чемъ движенія ихъ замѣчательно правильны и однообразны. На видимой сферѣ небесной весьма недалеко отъ такъ называемой *Полярной Звѣзды* есть нѣкоторая (ничѣмъ, конечно, не обозначенная) точка. Эту точку зовутъ *сѣвернымъ полюсомъ міра*. Вокругъ этой-то точки, какъ около центра, и описываютъ звѣзды правильные *круги*. Самая близкая къ полюсу міра звѣзда *(Полярная)* описываетъ на видимой сферѣ небесной самый маленькій кругъ, болѣе удаленная—бо́льшій, еще болѣе удаленная—еще бо́льшій и т. д., какъ до нѣкоторой степени выяснятся рисункомъ 36-мъ. Наконецъ, круги, описываемые звѣздами по мѣрѣ ихъ удаленія отъ полюса, становятся настолько большими, что не умѣщаются въ части видимой намъ всегда сферы небесной, и многія звѣзды *восходятъ* съ восточной части горизонта, достигаютъ наибольшей высоты въ южной части небосклона и *заходятъ* на западѣ.

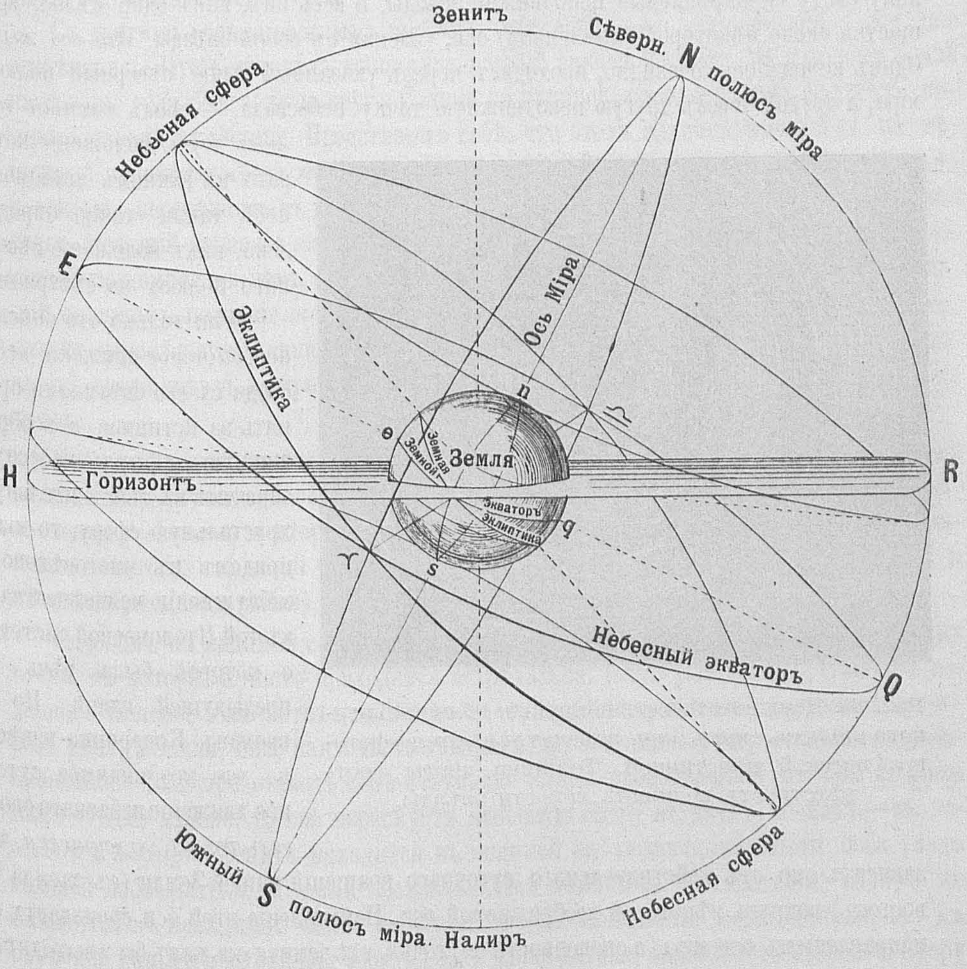

Зенитъ
Сѣверн.
N
полюсъ міра
Небесная сфера
E
Эклиптика
Ось Міра
n
ϴ
Земная
Земной
Земля
H
Горизонтъ
R
Экваторъ
Эклиптика
q
♈
s
♎
Небесный экваторъ
Q
Южный
S
полюсъ міра.
Надиръ
Небесная сфера

Рис. 35. Наиболѣе извѣстные круги и точки на видимой сферѣ небесной.

Круги, описываемые свѣтилами (а значитъ и плоскости этихъ круговъ) *всѣ параллельны, а время, въ которое каждая звѣзда описываетъ свой полный кругъ, для всѣхъ звѣздъ одно и то же.* Каждая звѣзда описываетъ свой полный кругъ въ теченіе *сутокъ*, которые такимъ образомъ являются естественной единицей мѣры времени. Но замѣчательно при этомъ суточномъ круговомъ движеніи звѣздъ то, что *относительное* расположеніе всѣхъ ихъ между собой остается неизмѣннымъ.

Само собой на первыхъ порахъ создается впечатлѣніе, будто къ великому небесному своду «прикрѣплены» неподвижно звѣзды, и весь онъ, какъ одно цѣлое, вращается около нѣкоторой (мысленной) оси, увлекая съ собой звѣзды. Это *ось міра*. Одинъ конецъ оси, очевидно, проходитъ черезъ указанный выше сѣверный полюсъ міра, а другой черезъ другую неподвижную точку небосвода,—черезъ *южный полюсъ міра*, положеніе котораго на южномъ звѣздномъ небѣ также точно опредѣлено, какъ положеніе сѣвернаго полюса на сѣверномъ.

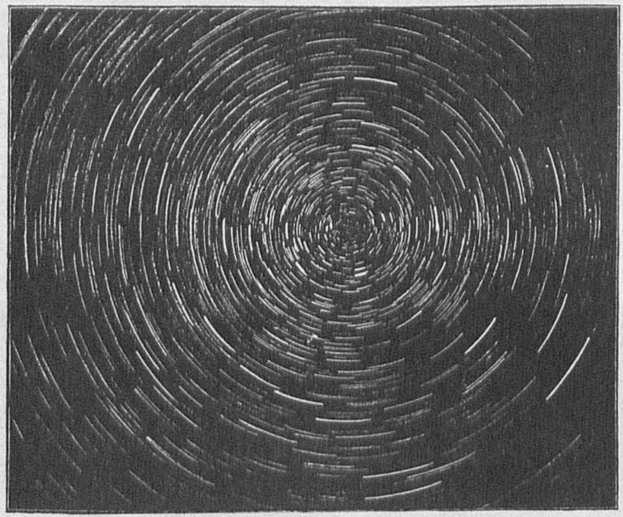


Рис. 36. Движенія звѣздъ вокругъ и вблизи сѣвернаго полюса, какъ они запечатлѣваются фотографической пластинкой. Толщина черты соотвѣтствуетъ величинѣ яркости звѣзды.

Если только что описанное *видимое* движеніе небосвода съ его свѣтилами принять за истинное, а воображаемую сферу небесную обратить въ дѣйствительную хрустальную сферу, то мы и придемъ къ многовѣковому заблужденію человѣчества,—къ той Птоломеевой системѣ, о которой была рѣчь въ предыдущей главѣ. Но со временъ Коперника извѣстно, что это видимое суточное движеніе небеснаго свода есть только *кажущееся*, что зависитъ оно отъ дѣйствительнаго суточнаго вращенія нашей Земли (съ запада на востокъ) вокругъ нѣкоторой воображаемой *оси*. Направленіе этой оси совпадаетъ съ направленіемъ оси міра, а оконечности ея (точки, гдѣ земная ось какъ бы «выходитъ» изъ Земли) носятъ названіе сѣвернаго и южнаго полюсовъ Земли. Слѣдовательно если вообразить себя на сѣверномъ полюсѣ Земли, то прямо надъ головой наблюдателя (въ зенитѣ небосвода) будетъ сѣверный полюсъ міра; если же вообразить себя на южномъ полюсѣ Земли, то надъ головою наблюдателя будетъ южный полюсъ міра.

Примемъ нашу Землю за шаръ. Хотя, какъ увидимъ дальше, фигура Земли и уклоняется нѣсколько отъ правильной шарообразной формы, но такое допущеніе нисколько не вліяетъ на правильность многихъ астрономическихъ разсужденій и результатовъ. Итакъ, принявъ Землю за шаръ, раздѣлимъ мысленно земную ось пополамъ, чрезъ точку дѣленія (центръ Земли) проведемъ мысленно плоскость, перпендикулярную къ этой оси, а продолжимъ ее во всѣ стороны. Въ такомъ случаѣ земной шаръ пересѣчется этой плоскостью по большому кругу, носящему названіе *земного экватора*, а небосводъ тою же плоскостью пересѣчется по большому кругу, носящему названіе *небеснаго экватора*. Изъ всего сказаннаго выше легко сообразить, что видимыя суточныя движенія звѣздъ совершаются по кругамъ, параллельнымъ экватору, и что звѣзда на самомъ экваторѣ обладаетъ самымъ быстрымъ видимымъ суточнымъ движеніемъ.

Съ другимъ весьма важнымъ кругомъ небосвода — съ *эклиптикой* — мы уже встрѣчались. Пусть читатель вспомнитъ первый законъ Кеплера, по которому Земля въ теченіе года обѣгаетъ вокругъ Солнца по эллипсу, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится Солнце. Представимъ себѣ, что этотъ эллипсъ вычерченъ на нѣкоторой плоскости «безъ мѣры въ длину и безъ конца въ ширину». Вотъ эта-то плоскость, пересѣкаясь съ видимой сферой небесной, опредѣляетъ на ней большой кругъ, носящій названіе *эклиптики*. Поясъ неба, прилегающій къ эклиптикѣ, съ заключающимися въ немъ звѣздами раздѣленъ на двѣнадцать частей, или созвѣздій, носящихъ, названіе *знаковъ зодіака*. По кругу эклиптики среди *знаковъ зодіака*, видимо перемѣщается наше Солнце. Въ теченіе года совершается этотъ его круговоротъ среди звѣздъ и, придя въ точку отправленія, оно опятъ начинаетъ его съ начала.

Небесные круги экватора и эклиптики не совпадаютъ, но пересѣкаются въ двухъ точкахъ, обозначаемыхъ обыкновенно знаками ♈ и ♎. Первая точка носитъ названіе точки *весенняго*, а вторая точки *осенняго равноденствія*. Такое названіе произошло отъ того, что когда Солнце находится въ этихъ точкахъ (около 21 марта и 23 сентября новаго стиля), то на Землѣ день бываетъ равенъ ночи.

Назовемъ на видимой сферѣ небесной еще одинъ кругъ и отмѣтимъ еще двѣ точки, съ которыми часто приходится встрѣчаться. Какъ уже знаемъ, свободно падающее тяжелое тѣло летитъ на Землю по прямому направленію, проходящему черезъ центръ Земли, или, какъ часто говорятъ, по *отвѣсному (вертикальному)* направленію. Если представить себѣ отвѣсную линію продолженной въ обѣ стороны какъ угодно далеко, то она пересѣчетъ небесную сферу въ двухъ точкахъ—въ *зенитъ* и *надиръ*. Зенитъ находится въ видимой наблюдающимъ части неба (надъ головой наблюдателя, который предполагается стоящимъ вертикально), надиръ же находится въ невидимой части небесной сферы. Плоскость, перпендикулярная къ отвѣсной линіи и проходящая черезъ глазъ наблюдателя, пересѣкаетъ небесную сферу по большому кругу, который называется *истиннымъ горизонтомъ* (см. рис. 35).

Если черезъ 3 точки: *полюсъ міра*, *зенитъ* мѣста наблюденія и *глазъ* наблюдателя, который считается находящимся въ центрѣ видимой небесной сферы, провести плоскость, то она пересѣчетъ эту сферу по большому кругу, носящему названіе *меридіана* мѣста наблюденія. Это одно изъ наиболѣе часто встрѣчающихся названій въ наукѣ о Небѣ и Землѣ. Въ плоскости этого меридіана свѣтило въ своемъ суточномъ движеніи достигаетъ своей наибольшей и наименьшей высоты надъ горизонтомъ. Солнце проходитъ черезъ нее въ полдень, а потому линія пересѣченія плоскости меридіана мѣста наблюденія и плоскости горизонта носитъ названіе *полуденной* *линіи.* Палка, поставленная вертикально (гномонъ), въ полдень отбрасываетъ самую короткую тѣнь, и тѣнь эта ложится по направленію полуденной линіи.

Для болѣе яснаго представленія о всѣхъ упомянутыхъ кругахъ и точкахъ слѣдуетъ внимательно разобраться въ приложенномъ рисункѣ 35-мъ.

Несовершенство человѣческаго зрѣнія обращаетъ окружающую насъ вселенную въ родъ полой сферы, въ центрѣ которой находится нашъ глазъ, и на внутренней поверхности которой разсѣяны свѣтила разной величины, блеска и свѣта. Всѣ эти съ виду одинаково удаленныя отъ насъ и опять-таки съ виду «близкія» другъ къ другу свѣтила оказываются однако какъ отъ насъ, такъ и другъ отъ друга на такихъ огромныхъ разстояніяхъ, о которомъ сплошь и рядомъ человѣческій умъ не можетъ составить ясное представленіе.

Глядя на видимую небесную сферу, мы никоимъ образомъ на основаніи только зрительныхъ впечатлѣній не можемъ сказать, напр., что звѣзды въ милліоны и милліоны разъ болѣе удалены отъ насъ, чѣмъ планеты, что появленіе такъ называемыхъ «падающихъ звѣздъ» происходитъ въ верхнихъ слояхъ земной атмосферы, т. е. весьма близко отъ насъ и т. д.... Къ болѣе яснымъ представленіяхъ объ истинныхъ размѣрахъ и строеніи вселенной наука подошла только въ самое послѣднее время путемъ постоянной и упорной работы мысли надъ постоянно накопляющимися наблюденіями. Но чтобы изъ наблюденій можно было дѣлать правильные выводы, необходимо не только простое обозрѣніе неба, но и надлежащія *измѣренія* на немъ. Необходимо было прежде всего выбрать подходящую астрономическую *мѣру*. Видимое небо представляется намъ полой нѣсколько сплюснутой сферой, а видимые пути свѣтилъ на немъ дугами. Отсюда слѣдуетъ, что измѣрять разстоянія на небѣ какими либо *линейными* мѣрами (аршинами, метрами, верстами и т. д....) нельзя. Необходимо ввести мѣры, связанныя съ геометріей шара и круга. И дѣйствительно, мы видимъ, что еще у древнихъ эта геометрія, связанная съ астрономическими изысканіями, стояла на довольно высокой ступени развитія. Такъ, напр., дѣленіе окружности на 360 равныхъ дуговыхъ частей, называемыхъ *градусами* (°), каждаго градуса на 60 дуговыхъ *минутъ* (′) и каждой дуговой минуты на 60 дуговыхъ *секундъ* (″) приписываютъ еще древнимъ халдеямъ.

Но если бы мы начали производить измѣренія на сферѣ небесной прямо дугами, то и здѣсь не избѣгли бы противорѣчій и грубыхъ ошибокъ. Дуговой градусъ и его дѣленія есть, какъ извѣстно, величина *перемѣнная*. Съ увеличеніемъ радіуса окружности увеличивается ея дуговой градусъ и наоборотъ. Смотря по особенностямъ глаза каждаго человѣка, одному видимая небесная сфера представляется бо̀льшей, другому — меньшей.

Сообразно съ этимъ и дугу, напр., въ одинъ градусъ величиной на сферѣ небесной одинъ будетъ считать такой, а другой — иной. Можно вообразить, что могло бы получиться при такихъ чисто субъективныхъ способахъ оцѣнки небесныхъ величинъ. Вотъ почему при астрономическимъ измѣреніяхъ въ основу кладутъ не дуговой, а *угловой* градусъ и его подраздѣленія на 60′ и каждой минуты на 60″. Если любую окружность раздѣлить на 360 равныхъ частей (дуговыхъ градусовъ) и точки дѣленія соединить съ центромъ этой окружности, то при центрѣ получится 360 угловыхъ градусовъ, и каждый такой градусъ есть величина *постоянная*, одна и та же для всякой окружности, описанной радіусомъ произвольной величины изъ того же центра. Впрочемъ, начала ученія объ углѣ и кругѣ столь общеизвѣстны, а въ случаѣ нужды—и столь общедоступны, что больше на этомъ вопросѣ останавливаться не будемъ. Изъ сказаннаго же вытекаетъ, очевидно, то, что точность и совершенство наблюденій и измѣреній на небосводѣ зависитъ прежде всего отъ совершенства устройства угломѣрныхъ астрономическихъ приборовъ. Попробуемъ же теперь бросить общій взглядъ на постепенное развитіе способовъ наблюденія и усовершенствованія астрономическихъ приборовъ съ древнѣйшихъ временъ.

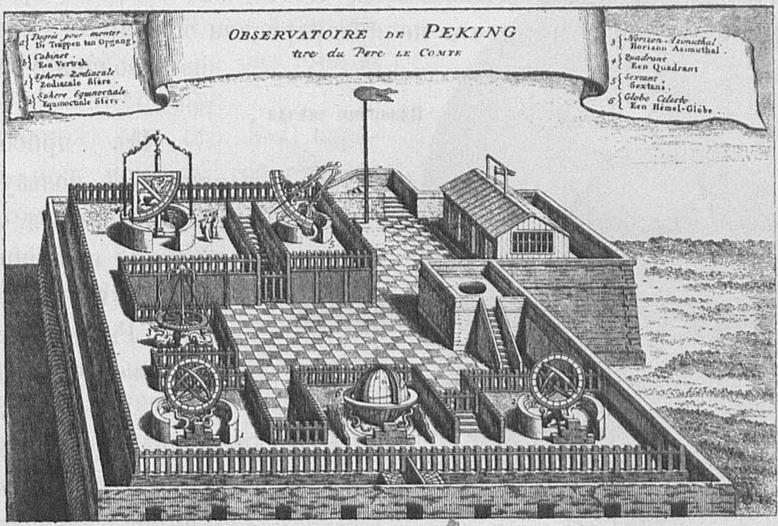

OBSERVATOIRE DE PEKING
tire du Pere LE COMTE
a { Degrés pour monter. De Trappen ten Opgang.
b { Cabinet. Een Vertrek
1 { Sphere Zodiacale Zodiacale Sfére.
2 { Sphere Equinoctiale. Equinoctiale Sfére.
3 { Horizon Azimuthal. Horizon Azimuthal.
4 { Quadrant Een Quadrant
5 { Sextant. Sextans.
6 { Globe Celeste Een Hemel-Globe.

Рис. 37. Китайская обсерваторія въ Пекинѣ.
По рисунку изъ «Histoire des Voyages» («Исторія Путешествій» 1747 г.).

Изученіе различныхъ дошедшихъ до насъ письменныхъ и всякихъ иныхъ памятниковъ древнихъ культуръ приводитъ къ убѣжденію, что наука о небѣ зарождалась у нихъ вмѣстѣ съ зарожденіемъ самой культуры и пользовалась великимъ почетомъ и уваженіемъ. Наблюденія производились вначалѣ, конечно, невооруженнымъ глазомъ, а плоскость горизонта является первымъ вспомогательнымъ средствомъ. Наблюдаютъ восходъ и заходъ свѣтилъ, опредѣляютъ направленіе полуденной линіи и т. п. Существуютъ свидѣтельства, что у китайцевъ, напр., систематичееки наблюдались звѣзды уже за три тысячи четыреста лѣтъ до Р. Хр. А что подобныя наблюденія велись у нихъ за двѣ тысячи пятьсотъ лѣтъ до Р. Хр., — это несомнѣнно: въ 2296 г. описана комета — первая, о которой имѣются свѣдѣнія; въ 2241 г. намѣчена новая яркая звѣзда, которая сіяла нѣкоторое время и исчезла. Китайцы занимались лунными и солнечными затменіями и пытались вычислять заранѣе ихъ наступленіе. Разсказываютъ, что въ 2198 г. два астронома Хи и Хо были казнены за то, что не предупредили о затменіи, вызвавшемъ волненіе въ народѣ.

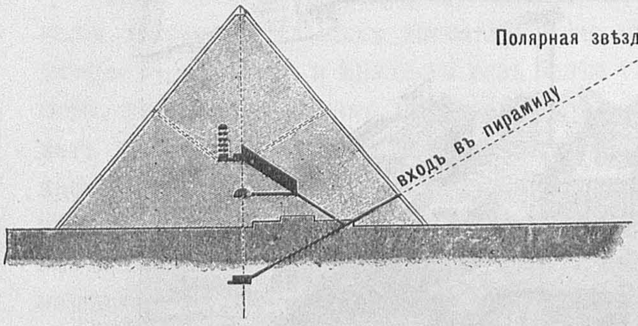


Рис. 38. Разрѣзъ пирамиды Хеопса, проходящій черезъ входъ въ пирамиду и комнату, гдѣ лежала его мумія.

Изъ приборовъ китайцы пользуются *гномономъ* для опредѣленія наклонности эклиптики къ экватору. Гномонъ, какъ мы уже упоминали, есть точно вертикально поставленный шестъ. Въ солнечный день онъ отбрасываетъ тѣнь. Чѣмъ выше поднимается Солнце, тѣмъ тѣнь короче; въ полдень она кратчайшая —это указываетъ направленіе полуденной линіи (точки юга и сѣвера, а слѣдовательно востока и запада). Измѣряя длину тѣни и зная высоту гномона, можно вычислить высоту Солнца надъ горизонтомъ въ градусахъ. Разность высотъ Солнца въ полдень лѣтняго и зимняго солнцестояній даетъ уголъ, вдвое большій наклонности эклиптики.

Весьма вѣроятно, что роль гномоновъ при астрономическихъ наблюденіяхъ египтянъ играли ихъ знаменитые обелиски. Что же касается ихъ еще болѣе знаменитыхъ пирамидъ, то въ высшей степени вѣроятно, что они служили своего рода обсерваторіями для наблюденій прохожденія свѣтилъ чрезъ меридіанъ. По особому узкому коридору, спускающемуся внутрь пирамиды съ *сѣвера* проникали туда лучи звѣзды α Draconis (альфы созвѣздія Дракона), которая была Полярной Звѣздой неба за двѣ слишкомъ тысячи лѣтъ до Р. Х. Въ коридорчикъ, выходившій на югъ, бросали свой свѣтъ Плеяды (Стожары).

Халдейская астрономія связана съ астрологіей. Съ высоты спеціальныхъ обсерваторій наблюдали жрецы за положеніемъ свѣтилъ, вліяющихъ по ихъ понятіямъ на судьбы царей и народовъ; и могущественные владыки Востока не начинали никакого важнаго дѣла, не освѣдомившись предварительно съ указаніями на этотъ счетъ звѣздъ и планетъ.

Но начало точной астрономіи и введеніе болѣе усовершенствованныхъ приборовъ и способовъ наблюденія принадлежитъ, все-таки, грекамъ, и въ частности—знаменитой Александрійской школѣ. Упомянутый уже въ первой главѣ Эратосѳенъ изобрѣлъ такъ называемый *меридіанный кругъ*. Онъ же сдѣлалъ первую попытку опредѣлить форму и размѣръ Земли по разности высотъ одного и того же свѣтила, наблюдаемаго въ двухъ разныхъ пунктахъ Земли, и по разстоянію между этими пунктами.

Аристархъ (см. стр. 5-я) опредѣлилъ при помощи геометрическихъ соображеній разстояніе Земли отъ Солнца и Луны, а также сравнительныя величины Солнца, Земли и Луны. Опредѣленія его въ зависимости отъ несовершенства наблюденій, конечно, не точны, но методъ, положенный въ основу разработки наблюденій, правиленъ. На сочиненія Аристарха ссылается, между прочимъ, Архимедъ въ своей дошедшей до насъ книгѣ «о числѣ песчинокъ».

Рис. 39. Тихо Браге.

Величайшій астрономъ-наблюдатель древности Гиппархъ (см. стр. 5) усовершенствовалъ меридіанный кругъ Эратосѳена такъ, что могъ опредѣлять имъ высоту Солнца въ каждый полдень. Наблюденія въ меридіанѣ онъ считалъ вначалѣ болѣе удобными, чѣмъ въ горизонтѣ, но затѣмъ нашелъ, что нѣтъ основанія ограничиваться меридіаномъ, и изобрѣлъ *астролябію*—инструментъ, съ помощью котораго оказывается возможнымъ наблюдать Солнце, Луну, планеты, и неподвижныя звѣзды при всякомъ ихъ положеніи на небесномъ сводѣ. Подобному инструменту астрономія обязана открытіемъ *прецессіи*, или предваренія равноденствій. Явленіе это состоитъ въ томъ, что точка весенняго равноденствія движется навстрѣчу Солнцу по эклиптикѣ на небольшой уголъ въ 50″ въ годъ. Зависитъ это отъ періодическаго колебанія земной оси вращенія, вслѣдствіе чего полюсъ міра описываетъ на небѣ окружность около нѣкотораго центра круглымъ числомъ въ 26 000 лѣтъ, подходя въ различныя эпохи къ различнымъ созвѣздіямъ. Теперь полюсъ стоитъ близъ (на разстояніи около $1^{1}/_{2}$ градуса) главной звѣзды созвѣздія Малой Медвѣдицы (α Ursae minoris) — эта звѣзда и называется *Полярной*. Полюсъ все болѣе и болѣе къ ней приближается, но черезъ 200 лѣтъ онъ начнетъ отходить. Черезъ 12 000 лѣтъ онъ будетъ возлѣ блестящей звѣзды Веги (α Лиры). За двѣ тысячи семьсотъ до Р. Хр., наоборотъ, полюсъ находился близъ α Дракона, какъ мы уже упомянули выше.

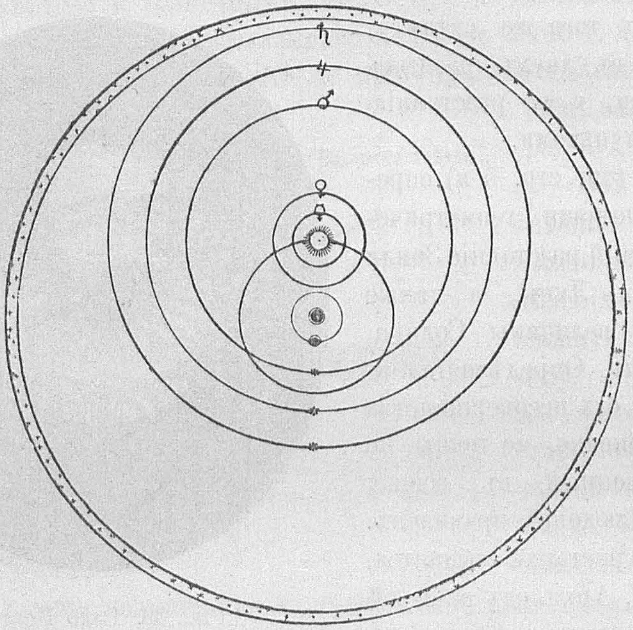


Рис. 40. Система міра Тихо Браге.—Земля оставлена неподвижной въ центрѣ вселенной. Вокругъ нея вращаются Луна и Солнце. Остальныя планеты вращаются вокругъ Солнца, находящагося внѣ центра сферы неподвижныхъ звѣздъ.

Создатель «системы міра» знаменитый въ исторіи науки Птоломей къ числу астрономическихъ инструментовъ прибавилъ еще такъ называемую *параллактическую линейку*. Но затѣмъ въ исторіи умственнаго развитія Европы наступаетъ огромный перерывъ въ $1^{1}/_{2}$ тысячи лѣтъ, когда, казалось, умерла не только научная астрономія, но и всякая наука, почему либо не нравящаяся «католической истинѣ». Въ общихъ чертахъ этотъ періодъ обрисованъ въ предыдущей главѣ.

Греческая наука перешла къ арабамъ какъ будто затѣмъ, чтобы по истеченіи многихъ вѣковъ европейцы получили ее изъ вторыхъ рукъ.

Арабы, впрочемъ, пользуются тѣми же инструментами наблюденія, что и греки, придавая только приборамъ часто весьма увеличенные размѣры, чтобы достигнуть большей точности. Вмѣсто полнаго круга они берутъ только четверть окружности—*квадрантъ*—(или еще меньшій секторъ), но за то съ радіусомъ иногда въ 8—9 саженъ, благодаря чему можно было при наблюденіяхъ отсчитывать по раздѣленной дугѣ довольно мелкія угловыя части. Свои инструменты арабы передали и Западной Европѣ, гдѣ къ нимъ вскорѣ по возрожденіи наукъ присоединили прежде всего часы съ гирями,—болѣе точные, чѣмъ прежніе—песочные и водяные.

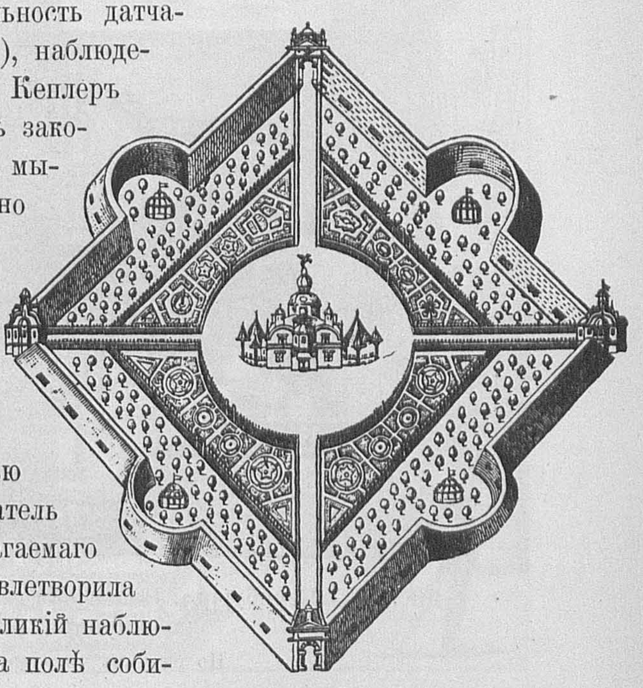


Рис. 41. Планъ Ураніенбурга и окружающей его мѣстности.

Эпохой въ развитіи и усовершенствованіи наблюденій въ Европѣ нужно считать жизнь и дѣятельность датчанина Тихо Браге (см. стр. 47), наблюденіями котораго воспользовался Кеплеръ при открытіи своихъ великихъ законовъ. Правда, какъ теоретикъ и мыслитель, Тихо Браге не особенно ушелъ впередъ. Онъ не смогъ, напр., всецѣло отрѣшиться отъ системы Птоломея и перейти на сторону взглядовъ Коперника и, чтобы примирить эти двѣ непримиримыя системы, создалъ свою собственную третью систему, понятіе о которой читатель можетъ получить изъ прилагаемаго рис. 40, и которая не удовлетворила никого. Но Тихо Браге былъ великій наблюдатель и великій труженикъ на полѣ собиранія по возможности точныхъ фактовъ. Въ 1576 году на островѣ Хвенѣ, подаренномъ ему датскимъ королемъ Фридрихомъ II, онъ построилъ огромную обсерваторію, которую назвалъ «Крѣпостью Неба» — *Ураніенбургъ* (рис. 41). Это былъ, дѣйствительно, родъ крѣпости, окруженной высокими стѣнами, внутри которой находился замокъ съ высокими башнями. Обсерваторія была снабжена всевозможными инструментами — того времени, конечно, но устроенными весьма тщательно и точно, работалъ на нихъ самъ хозяинъ столь неутомимо и искусно, что и теперь, когда въ употребленіе вошелъ телескопъ, его наблюденія принимаются во вниманіе, какъ самый достовѣрный матеріалъ прежнихъ временъ. Часть инструментовъ для наблюденій хранилась въ подземной обсерваторіи Шернбургъ, устроенной здѣсь же въ «Крѣпости Неба». Точность наблюденій Тихо Браге превышаетъ точность такихъ же наблюденій ученыхъ Александрійской школы, примѣрно, въ 10 разъ.

Въ своемъ Ураніенбургѣ Тихо принималъ короля, князей, ученыхъ и государственныхъ людей различныхъ странъ. А въ числѣ его учениковъ были не только люди высшихъ классовъ, достигшіе потомъ высокихъ положеній, но и простые крестьяне. Словомъ, Ураніенбургъ въ свое время былъ духовнымъ центромъ науки о Небѣ и Землѣ. Но счастье перемѣнчиво. Обстоятельства и болѣе всего придворныя интриги послѣ смерти короля Фридриха II заставили Тихо Браге покинуть Данію въ 1597 году, а въ 1601 г. онъ умеръ на чужбинѣ, въ Прагѣ, гдѣ и похороненъ. Ураніенбургъ скоро пришелъ въ полное разрушеніе, такъ что уже въ 1671 году едва находили мѣсто, гдѣ онъ стоялъ.

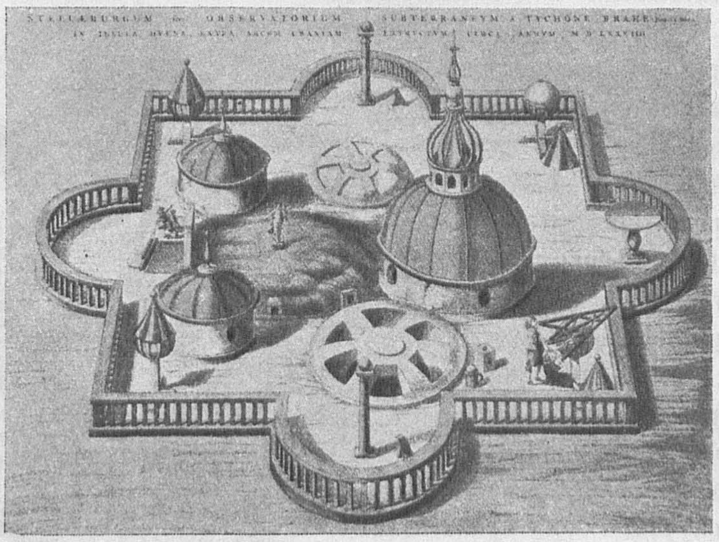

STELLÆBURGUM seu OBSERVATORIUM SUBTERRANEUM A TYCHONE BRAHE
IN INSULA HVENA, EXTRA ARCEM URANIAM EXSTRUCTUM CIRCA ANNUM M D LXXVIII

Рис. 42. «Шернбургъ». Подземная обсерваторія Тихо Браге на островѣ Хвенѣ.

По рисунку того времени.

Рисунокъ 43-й показываетъ, съ какой тщательностью обставлялъ свои наблюденія Тихо Браге: онъ окруженъ помощниками. Одинъ помощникъ наблюдаетъ высоту свѣтила и выкрикиваетъ моментъ его прохожденія черезъ меридіанъ, другой помощникъ отмѣчаетъ этотъ моментъ времени на часахъ, а третій записываетъ полученные результаты.

Послѣ изобрѣтенія астрономической трубы ее вскорѣ соединили съ прежними измѣрительными приборами, усовершенствовавъ ихъ конструкцію, и точность измѣреній сдѣлалась еще большей. Но на исторіи развитія и усовершенствованія астрономической трубы слѣдуетъ остановиться подробнѣе, такъ какъ въ сущности это есть исторія почти всѣхъ значительнѣйшихъ завоеваній астрономіи новѣйшаго времени.

Подзорную трубу Галилея (см. выше стр. 34) прежде всего предложилъ въ 1611 г. видоизмѣнить Кеплеръ, и такимъ образомъ получилась *Кеплерова* или *астрономическая* труба, простѣйшее устройство которой состоитъ въ слѣдующемъ: Въ передней части трубы помѣщается большое двояковыпуклое стекло (линза) *M*. Это — *предметное стекло*, или такъ называемый *объективъ*, который образуетъ *обратное изображеніе* далекаго предмета въ точкѣ, называемой фокусомъ [1]) объектива. Другое стекло *N*, въ которое смотритъ глазъ, *окуляръ*, тоже двояковыпуклое, но небольшое и съ короткимъ фокуснымъ разстояніемъ, находится на противоположной сторонѣ трубы и служитъ для разсматриванія изображенія, даваемаго объективомъ (см. рис. 44-й). Труба этого рода и принадлежитъ къ виду такъ называемыхъ *рефракторовъ*. Лучи, идущіе отъ источника свѣта, проходятъ черезъ объективъ, *преломляются* въ немъ и даютъ изображеніе наблюдаемаго предмета внутри трубы, гдѣ это изображеніе и разсматривается черезъ окуляръ, помѣщенный на концѣ трубы.

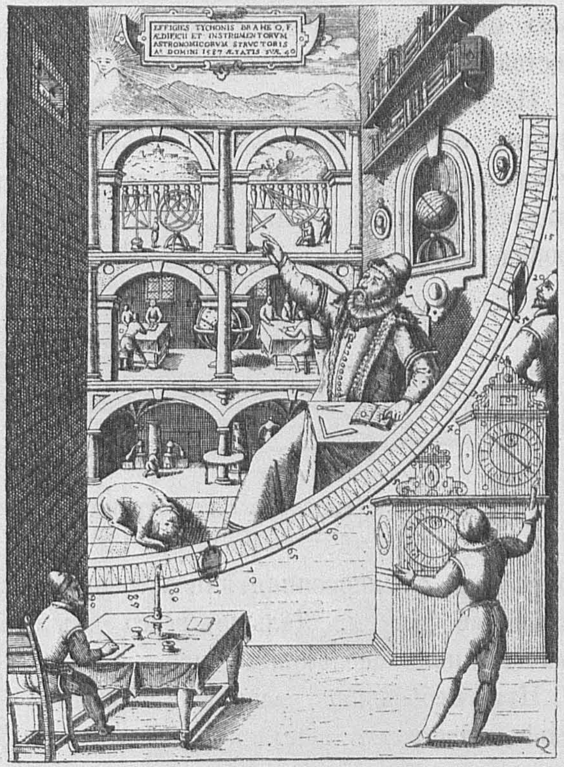

EFFIGIES TYCHONIS BRAHE O. F.
ÆDIFICII ET INSTRVMENTORVM
ASTRONOMICORVM STRVCTORIS
Aº DOMINI 1587 ÆTATIS SVÆ 40

Рис. 43. Тихо Браге въ своей обсерваторіи въ Ураніенбургѣ на островѣ Хвенѣ.

По рисунку изъ книги Тихо Браге «Aſtronomice inſtauratae mechanica», 1602 г..

Получаемое изображеніе, какъ видимъ, обратное. Поэтому такая зрительная труба неудобна для разсматриванія земныхъ предметовъ. Зато она имѣетъ и большое преимущество. На томъ мѣстѣ, гдѣ получается изображеніе, можно помѣстить перекрестныя нити (см. рис. 44-й). Нити эти можно при помощи окуляра видѣть одновременно съ изображеніемъ предмета и, благодаря этому, можно направлять зрительную трубу на предметъ очень точно. Возможно помѣщать на томъ же мѣстѣ трубы тонкія нити, передвигаемыя при помощи винта. Эти нити можно устанавливать такъ, чтобы онѣ касались опредѣленныхъ точекъ изображенія. Это необычайно цѣнное свойство Кеплеровой зрительной трубы было открыто, впрочемъ, нѣсколькими десятками лѣтъ позже ея осуществленія.

---

[1]) Проходя черезъ двояковыпуклое стекло, параллельные лучи свѣта преломляются и сходятся всѣ *приблизительно въ одной точкѣ* — въ *фокусѣ* стекла. Разстояніе этого фокуса (фокусное разстояніе) отъ центра стекла бываетъ *больше* или *меньше* въ зависимости отъ меньшей или большей *кривизны* поверхности стекла.

Неудобство этого рода трубы, отъ котораго долго не могли избавиться, состоитъ въ томъ, что свѣтовой бѣлый лучъ, проходя черезъ двояковыпуклую линзу и преломляясь, разлагался на свои составные цвѣта [1]). Лучи же различныхъ цвѣтовъ, изъ которыхъ состоитъ бѣлый, пройдя черезъ объективъ, не встрѣчаются въ одной точкѣ, въ одномъ фокусѣ, но обыкновенная линза собираетъ лучи различнаго цвѣта въ различные фокусы. Дальше всего отъ объектива красные, а ближе всего къ нему фіолетовые лучи.

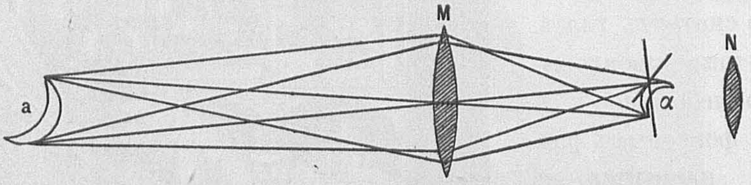


Рис. 44. Кеплерова или астрономическая зрительная труба.

При небольшой величинѣ объектива и небольшомъ увеличеніи такой недостатокъ еще не такъ замѣтенъ. Но сила телескопа зависитъ прежде всего отъ величины діаметра объектива, отъ такъ называемаго *отверстія* трубы. Чѣмъ больше объективъ, тѣмъ лучше. Но здѣсь-то и выступаетъ въ особенности только что указанное свойство линзы разлагать лучъ свѣта на его составные цвѣта. При первыхъ же попыткахъ увеличить силу телескопа получалось, съ одной стороны, окрашиванье, а съ другой, очертанія разсматриваемаго предмета расплывались и оказывались окаймленными цвѣтными полосами. Словомъ, получалось явленіе, извѣстное подъ именемъ *свѣторазсѣянія* или *дисперсіи*. Чтобы

---

[1]) Свѣтовой лучъ, какъ *извѣстно со времени* Ньютона, проходя черезъ *трехгранную стеклянную призму*, «*разлагается*» на свои составные цвѣта (о чемъ поговоримъ дальше подробнѣе). Различаютъ *семь* главнѣйшихъ изъ этихъ цвѣтовъ (цвѣта радуги), идущихъ въ такомъ порядкѣ: красный, оранжевый, желтый, зеленый, синій, голубой и фіолетовый. Такъ какъ двояковыпуклая линза есть тоже до нѣкоторой степени трехгранная призма,—особенно это очевидно у краевъ,—то, ясно, получается окрашиванье.

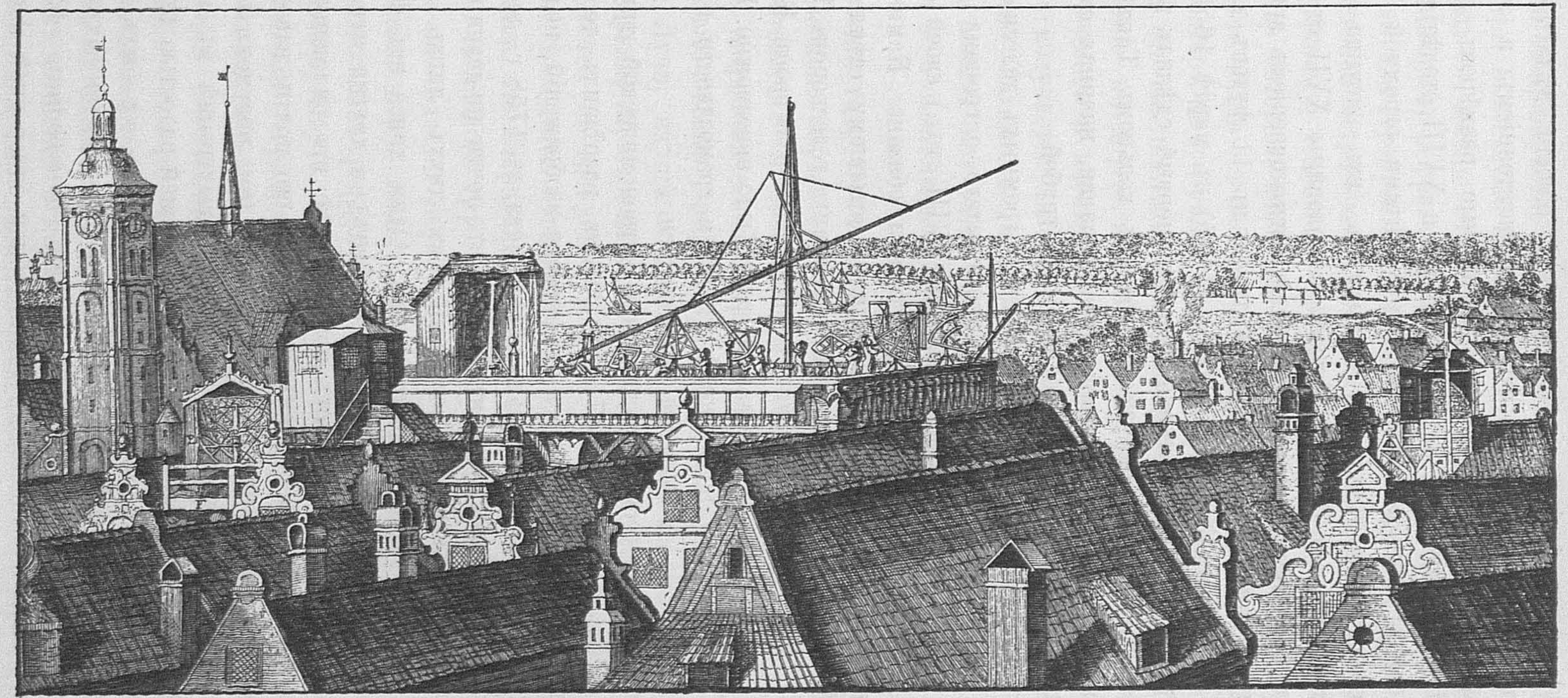


Рис. 45. Обсерваторія Гевелія въ Данцигѣ.

Изъ сочиненія Іоанна Гевелія «Machina coelestis» 1673 г.

какъ-нибудь избѣгнуть этого недостатка, начали дѣлать объективы все съ большимъ и большимъ фокуснымъ разстояніемъ, а это влекло за собой все большее и большее увеличеніе размѣровъ зрительной трубы. И дѣйствительно, астрономы XVII и XVIII столѣтія сплошь и рядомъ должны были возиться съ инструментами огромной величины, какъ въ этомъ можно убѣдиться, напримѣръ, изъ рисунка 45-го, гдѣ изображенъ телескопъ Гевелія, астронома половины XVII столѣтія.

Братья Гюйгенсы первые прославились изготовленіемъ зрительныхъ стеколъ; и съ помощью самодѣльной трубы въ 11 футовъ длины знаменитый Христіанъ Гюйгенсъ (1629—1695) въ мартѣ 1655 года открылъ первый спутникъ Сатурна. Онъ же первый сдѣлалъ правильное заключеніе, что Сатурнъ окруженъ плоскимъ кольцомъ. Такъ была разрѣшена загадка строенія планеты, не дававшаяся, начиная съ Галилея, никому вплоть до Гевелія съ его огромной трубой.

Вслѣдъ за Гюйгенсами изготовленіемъ огромныхъ телескоповъ прославился особенно Кампани. Имя знаменитаго астронома Доминика Кассини (конецъ XVIII стол.) своей славой въ значительной степени обязано Кампани, который приготовлялъ астроному стекла для его огромныхъ и громоздкихъ телескоповъ. Но по пути дальнѣйшаго увеличенія размѣровъ Кеплеровой трубы дальше идти было невозможно. Все равно, по причинѣ гнутія и громоздкости ими нельзя было бы пользоваться.

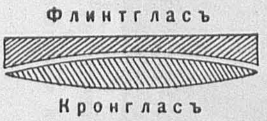


Рис. 46. Сложный объективъ.

Казалось, дѣлу усовершенствованія астрономической трубы былъ положенъ предѣлъ, но въ 1747 году Эйлеръ разрѣшилъ теоретически вопросъ, какъ можно избавиться отъ окраски изображеній, получаемыхъ въ трубѣ рефрактора, а нѣсколько лѣтъ спустя, въ 1758 г., англійскому оптику Доллонду удалось устроить объективъ, почти не дающій окраски. Объективъ этотъ сложный, состоящій изъ двухъ линзъ различной кривизны и различнаго состава стекла. Одна линза изъ флинтгласа (стекло, въ составъ котораго входитъ свинецъ), а другая изъ кронгласа (безъ свинца). Кронгласъ имѣетъ почти ту же преломляющую способность, что и флинтгласъ, но свѣторазсѣяніе его почти вдвое меньше. При употребленіи объективовъ подобнаго рода (см. рисунокъ 46-й) чрезвычайно уменьшались размѣры трубы при выигрышѣ въ яркости и отчетливости изображенія. Ученые съ величайшей радостью привѣтствовали *открытіе* Доллонда. Но оказалось, что успѣхъ его былъ въ значительной степени случайнымъ. На одномъ изъ стеклянныхъ заводовъ Доллонду удалось найти запасъ хорошаго *однороднаго* флинтгласа. Когда этотъ запасъ вышелъ, другой подобной однородной массы стекла

Доллондъ ни пріобрѣсти, ни изготовить не могъ, и всѣ послѣдующіе его рефракторы были хуже первыхъ.

Пришлось мысль объ устройствѣ хорошаго *ахроматическаго* (не окрашивающаго) рефрактора отложить до той поры, пока техника полученія стекла требуемыхъ качествъ не станетъ на должную высоту. Волей-неволей астрономамъ пришлось обратиться къ зеркальному, или отражательному телескопу, къ такъ называемому *рефлектору*, идею устройства котораго можно пояснить въ двухъ словахъ. Лучъ свѣта отъ наблюдаемаго предмета падаетъ въ рефлекторѣ на *вогнутое*, тщательно отполированное зеркало, это же послѣднее *отражаетъ* полученное изображеніе на другое зеркало, на которомъ требуемый предметъ и наблюдается съ помощью окуляра. Здѣсь не получается явленія свѣторазсѣянія, а при достаточно большомъ и хорошо отшлифованномъ зеркалѣ можно получать изображенія даже весьма слабыхъ и весьма малозамѣтныхъ небесныхъ предметовъ.

Въ 1668 году Ньютонъ изготовилъ свой зеркальный телескопъ-рефлекторъ, послужившій образцомъ для изготовленія въ дальнѣйшемъ огромнаго большинства астрономическихъ рефлекторовъ. Схема разрѣза ньютоновскаго рефлектора дана на рисункѣ 47-омъ. Лучи, идущіе отъ свѣтила падаютъ на выгнутое зеркало *M*, отражаются отъ него, идутъ обратно и собираются въ фокусѣ телескопа *F*. Сейчасъ за фокусомъ находится отражатель P, который установленъ такъ, что направляетъ всѣ полученные лучи въ сторону, къ стѣнкѣ трубы, гдѣ полученное изображеніе и наблюдается окуляромъ.

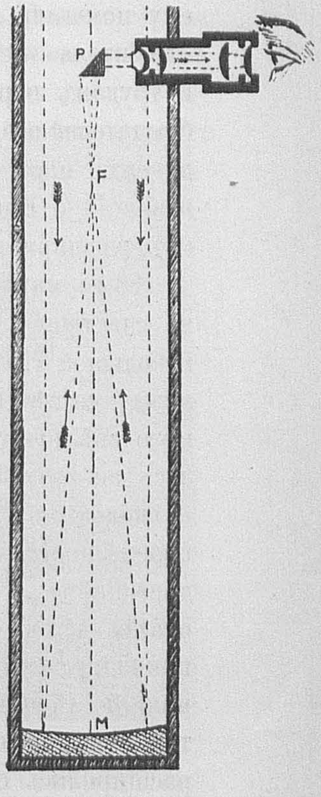


Рис. 47. Отражательный телескопъ (рефлекторъ) въ разрѣзѣ.

Изготовленіемъ такихъ зеркальныхъ отражательныхъ телескоповъ (рефлекторовъ) прославился сначала англичанинъ Шортъ. Но слава его быстро померкла предъ именемъ Фридриха-Вильяма Гершеля (1738 — 1822), великаго астронома-наблюдателя и вмѣстѣ мастера телескоповъ, которые онъ изготовлялъ собственными руками. На астрономическихъ работахъ и открытіяхъ этого необыкновеннаго человѣка необходимо остановиться. В. Гершель есть именно тотъ астрономъ, который послѣ Коперника и Ньютона въ самой значительной степени расширилъ область астрономическихъ познаній и первый повелъ всѣхъ по пути правильныхъ научныхъ воззрѣній на устройство вселенной.

В. Гершель былъ музыкантъ по профессіи. Переселившись изъ Ганновера въ Англію, онъ сдѣлался учителемъ музыки и органистомъ капеллы въ г. Батѣ, что обезпечивало его существованіе. Все свободное время онъ посвящалъ чтенію астрономическихъ сочиненій и проникся страстнымъ желаніемъ видѣть собственными глазами и наблюдать то, о чемъ читалъ. Для этой цѣли онъ приступаетъ къ изготовленію астрономическихъ трубъ — рефлекторовъ, или зеркальныхъ телескоповъ и въ выдѣлкѣ ихъ достигъ неподражаемаго совершенства. Въ работахъ ему помогали братъ и сестра Каролина. Такъ, начавъ съ простого «любителя» астрономіи, В. Гершель собственными силами, средствами и трудомъ переходитъ въ число первоклассныхъ изслѣдователей и наблюдателей вселенной. Ни одинъ астрономъ ни до него, ни послѣ него до сихъ поръ не сдѣлалъ большаго въ области расширенія нашихъ познаній о строеніи, размѣрахъ и предѣлахъ вселенной. И прежде всего онъ расширилъ предѣлы солнечной системы.

13-го марта 1781 года, въ одиннадцатомъ часу вечера, В. Гершель по счастливой случайности направилъ свой тогда еще сравнительно небольшой (въ 7 футовъ длины) рефлекторъ въ область неба, лежащую между созвѣздіями Тельца и Близнецовъ. Здѣсь онъ замѣтилъ небольшую звѣздочку, отличавшуюся отъ другихъ тѣмъ, что она представлялась не точкой, а весьма небольшимъ кружочкомъ. Гершель въ теченіе нѣсколькихъ дней слѣдилъ за этимъ свѣтиломъ и нашелъ, что оно перемѣщается между звѣздами, т. е. обладаетъ видимымъ собственнымъ движеніемъ. Онъ принялъ сначала открытое свѣтило за комету, но оказалось, что это была новая, невѣдомая дотолѣ никому планета, принадлежащая къ нашей солнечной системѣ, въ два раза болѣе удаленная отъ Солнца, чѣмъ Сатурнъ—крайняя изъ планетъ, извѣстныхъ до той поры человѣчеству. Размѣры нашей солнечной планетной системы расширились сразу вдвое. Вновь открытая планета была названа впослѣдствіи Ураномъ, и вычислено, что свой путь около Солнца она совершаетъ въ 84 года. 6 лѣтъ спустя, въ 1787 году, Гершель, располагавшій къ тому времени уже огромнымъ рефлекторомъ въ 40 футовъ длиной, открылъ двухъ спутниковъ Урана, а въ 1789 году двухъ слабосвѣтящихся спутниковъ Сатурна.

Но не столько Солнце и окружающія его планеты, сколько необъятный звѣздный міръ, его строеніе и сокрытыя въ немъ тайны увлекають великаго *астронома-поэта*, какъ иногда называютъ В. Гершеля. На изслѣдованіе этого-то міра по преимуществу онъ обратилъ свои гигантскіе телескопы и силы своего мощнаго ума.

Послѣ того какъ довольно точно были вычислены разстоянія планетъ отъ Солнца и слѣдовательно опредѣлены въ числахъ размѣры нашей планетной системы, самымъ естественнымъ было приступить къ рѣшенію задачи о разстояніи отъ насъ такъ-называемыхъ «неподвижныхъ» звѣздъ. Задача эта давно уже занимала астрономовъ, но разрѣшить ее было не такъ-то легко.

Съ перваго взгляда дѣло представлялось сравнительно простымъ. Земля описываетъ около Солнца огромную замкнутую кривую линію (эллипсъ, близкій къ кругу) съ поперечникомъ приблизительно въ 300 милліоновъ километровъ. Какъ бы далека ни была отъ насъ звѣзда,— казалось инымъ,—но при огромномъ пути, проходимомъ Землею, положеніе звѣзды на небѣ должно нѣсколько измѣняться и съ разныхъ мѣстъ земного пути въ пространствѣ (земной орбиты) эта звѣзда должна казаться хоть немного перемѣщающейся на небѣ. Судя по этимъ перемѣщеніямъ, возможно опредѣлить довольно точно (въ предѣлахъ ошибокъ наблюденія) разстояніе отъ насъ звѣзды. Въ дѣйствительности же оказалось, что звѣзды удалены отъ насъ на такія огромныя и неподдающіяся человѣческому представленію разстоянія, что огромный кругъ, описываемый въ пространствѣ Землей, сравнительно со звѣздными разстояніеми является ничтожнѣшей величиной — чуть ли не нулемъ для огромнаго большинства звѣздъ. Во всякомъ случаѣ перемѣщеніе звѣзды, если оно существуетъ, оказывается обыкновенно величиной, не поддающейся учету при несовершенныхъ и громоздкихъ инструментахъ.

Рис. 48. В. Гершель.

В. Гершель попробовалъ было подойти къ вопросу съ другой стотоны. Онъ рѣшилъ найти на небѣ пару очень близко съ виду отстоящихъ другъ отъ друга звѣздъ, лежащихъ почти по прямой линіи нашего зрѣнія, но такихъ, чтобы одна была во много разъ удаленнѣе отъ насъ, чѣмъ другая. Если эта послѣдняя звѣзда такъ далека, что не измѣняетъ относительно насъ своего положенія, то — быть можетъ — другая, болѣе близкая къ намъ, при движеніи Земли въ пространствѣ нѣсколько перемѣщается относительно первой— безконечно удаленной звѣзды. Если бы удалось наблюдать такое перемѣщеніе, то задачу о разстояніи звѣзды также можно было бы рѣшить. Чтобы найти такую подходящую пару звѣздъ, Гершель рѣшилъ предпринять обзоръ всего видимаго ему въ сѣверномъ полушаріи неба. Но этотъ обзоръ тотчасъ натолкнулъ его на новыя удивительныя открытія, отвлекшія его отъ первоначальной задачи. Оказалось, что на небѣ существуетъ множество звѣздъ, которыя для простого глаза или въ слабыя трубы представляются въ видѣ одной простой звѣзды, а въ телескопъ съ сильнымъ увеличеніемъ разлагаются на двѣ и болѣе. Такъ что сосѣдство многихъ звѣздъ являлось не случайнымъ. Оказалось, что это не «оптически» близкія звѣзды, а настоящія физическія *системы,* что эти звѣзды дѣйствительно близки другъ къ другу, связаны взаимнымъ притяженіемъ и движутся одна вокругъ другой около нѣкоторой общей обѣимъ точки, носящей названіе ихъ *центра тяжести,* — и притомъ движутся, какъ оказалось впослѣдствіи, по *закону Ньютона.* Такъ изъ области солнечнаго воздѣйствія, изъ нашей планетной системы этотъ законъ переходитъ въ область всей вселенной. Гершель наблюдаетъ, записываетъ и описываетъ двойныя звѣзды. Въ 1782 г. былъ опубликованъ ихъ первый списокъ (каталогъ) 269 звѣздъ; въ 1785 — второй, содержащій 434 звѣзды. Въ 1803 — 1804 году въ двойныхъ звѣздахъ Гершелемъ обнаружены движенія, а въ 1822 году появился перечень еще 145 двойныхъ звѣздъ—послѣдній въ жизни великаго астронома.

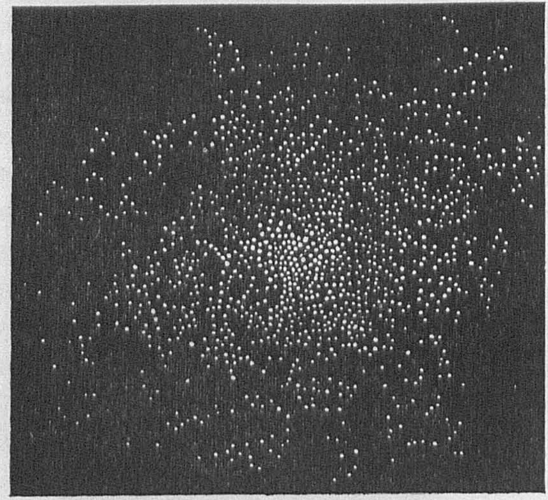


Рис. 49. Звѣздная куча въ созвѣздіи Водолея (Aquarius), разложенная телескопомъ.

Наряду съ двойными звѣздами В. Гершель обратилъ вниманіе и на нѣжныя блѣдно-дымчатыя образованія, иначе — *туманныя пятна,* разсѣянныя по небесной тверди и, подобно звѣздамъ, не мѣняющія своего положенія. Такія туманныя пятна до Гершеля были извѣстны въ весьма небольшомъ числѣ (около 100) изъ перечня французскаго ученаго Месье, опубликованнаго въ 1783—84 годахъ, Гершель началъ провѣрять этотъ перечень и при помощи своего 20-ти-футоваго рефлектора убѣдился, что большинство этихъ «туманностей» есть не что иное, какъ огромныя скопленія звѣздъ — *звѣздныя кучи,* какъ выражаются въ астрономіи. Гершель *разложилъ* эти туманности. Вначалѣ онъ предположилъ даже, что всѣ туманности вообще суть звѣздныя кучи, не разложимыя только благодаря несовершенству зрительныхъ инструментовъ. Скоро однако это мнѣніе пришлось оставить, такъ какъ новыя наблюденія съ безспорной достовѣрностью доказали, что помимо звѣздныхъ кучъ существуютъ и дѣйствительныя туманности, иначе говоря—скопленія крайне разрѣженной матеріи, находящейся въ первичномъ состояніи новыхъ мірообразованій и занимающей часто такія огромныя пространства, предъ которыми вся наша солнечная система оказывается ничтожнѣе самой ничтожной пылинки.

Разнообразны и неопредѣленны видъ и строенія этихъ все болѣе и болѣе обнаруживаемыхъ въ глубинахъ неба туманностей. Окончательный взглядъ на нихъ, къ которому пришелъ В. Гершель, заключался въ томъ, что туманность можетъ быть и звѣздной кучей, неразрѣшимой въ самые сильные телескопы; можетъ она быть и просто свѣтящимся крайне разрѣженнымъ міровымъ туманомъ. Могутъ, наконецъ, встрѣчаться соединенія звѣздъ и туманностей вмѣстѣ. Всѣ эти разнообразныя состоянія туманностей свидѣтельствуютъ о различныхъ ступеняхъ развитія новыхъ свѣтилъ и міровыхъ системъ во вселенной. Наблюдая эти ступени, можно составить понятіе о порядкѣ и постепенности возникновенія, жизни и умиранія міровъ. «Небо,—говоритъ Гершель,—можно сравнить съ роскошнымъ садомъ, въ которомъ на отдѣльныхъ грядахъ множество разнообразнѣйшихъ растеній. Выгода, которую представляетъ это сравненіе, та, что мы можемъ расширить на неизмѣримое время сумму нашего опыта. Имѣя предъ собой одно растеніе, мы должны были бы пережидать, чтобы наблюдать послѣдовательную смѣну прорастанія, появленія листвы, цвѣтенія, плодоношенія, увяданія, усыханія и тлѣнія растенія. Гораздо выгоднѣе, если мы можемъ *одновременно наблюдать различные періоды и состоянія на отдѣльныхъ экземплярахъ растеній*».

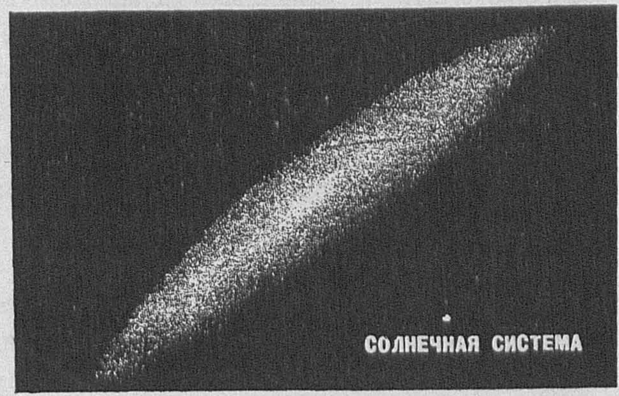


Рис. 50. Солнечная система въ сравненіи съ Большой туманностью Андромеды.

Такова глубокая и плодотворная мысль, положенная Гершелемъ въ основаніе изученія вселенной. На этой же мысли держится вся современная наука во всѣхъ ея областяхъ. Чтобы знать послѣдовательную исторію возникновенія, развитія и жизни какого-либо дерева дуба, напримѣръ,—вовсе не нужно взять жолудь, посадить его и ждать, пока онъ пуститъ ростокъ, а затѣмъ будетъ развиваться въ дерево и т. д.; на это не хватило бы человѣческой жизни. Исторію развитія, жизни и умиранія дуба мы можемъ изучить довольно быстро съ помощью наблюденія и выведенныхъ отсюда логическихъ обобщеній. Стоитъ только для этого пройти въ дубовый лѣсъ. Тамъ мы можемъ увидѣть жолудь, только что пустившій ростокъ, затѣмъ деревцо толщиной въ спичку, рядомъ дерево толщиной въ руку, затѣмъ пойдутъ деревья толще и толще, вплоть до полнаго развитія и обращенія въ «строевое» дерево. Здѣсь же мы можемъ увидѣть примѣры увяданія, одряхленія и обращенія въ прахъ уже отжившихъ великановъ. Ростъ, который мы будемъ наблюдать у различныхъ деревьевъ на различныхъ ступеняхъ ихъ развитія, дастъ намъ совершенно точную картину развитія каждаго отдѣльнаго дерева. Такъ и въ наукѣ о вселенной: по различнымъ состояніямъ наблюдаемыхъ въ ней предметовъ можно дѣлать заключенія о прошломъ и будущемъ мірозданія. Читая подобнымъ образомъ звѣздныя лѣтописи вселенной, В. Гершель пришелъ къ представленію, что существуетъ свѣтящееся газообразное и весьма разрѣженное первичное міровое вещество, которое, сгущаясь, даетъ начало звѣздамъ и всѣмъ вообще видимымъ и невидимымъ мірамъ.

Само собой разумѣется, что ученый, интересующійся строеніемъ звѣзднаго неба, его свѣтилами и туманностями, не можетъ обойти вопроса о таинственномъ и прекрасномъ опоясывающемъ небо *Млечномъ Пути*. И дѣйствительно, всю свою жизнь В. Гершель занимался этимъ вопросомъ и постоянно возвращался къ нему.

По заключеніямъ Гершеля, Млечный Путь есть пластъ безчисленнаго количества звѣздъ. По его собственнымъ словамъ: «Этотъ неизмѣримый звѣздный пластъ не представляетъ одинаковой ширины, яркости и правильности формы на всемъ своемъ протяженіи; онъ извивается подобно рѣкѣ; значительная часть его раздѣлена даже на два потока»... Такое же разнообразіе В. Гершель наблюдалъ во всѣхъ звѣздныхъ кучахъ и туманностяхъ. Что же касается нашей солнечной системы, то великій астрономъ считаетъ ее частью Млечнаго Пути. По его мнѣнію, наше Солнце находится внутри послѣдняго, хотя и не въ центрѣ его. Наконецъ уже на склонѣ своихъ дней Гершель высказываетъ мнѣніе, что не только наше Солнце, но всѣ звѣзды, видимыя невооруженнымъ глазомъ, лежатъ въ пластѣ Млечнаго Пути, образуя часть его. Млечный Путь, *по заключенію Гершеля*, есть наибольшее міровое цѣлое, которое мы можемъ охватить взоромъ, *но къ которому наши* числа и наши

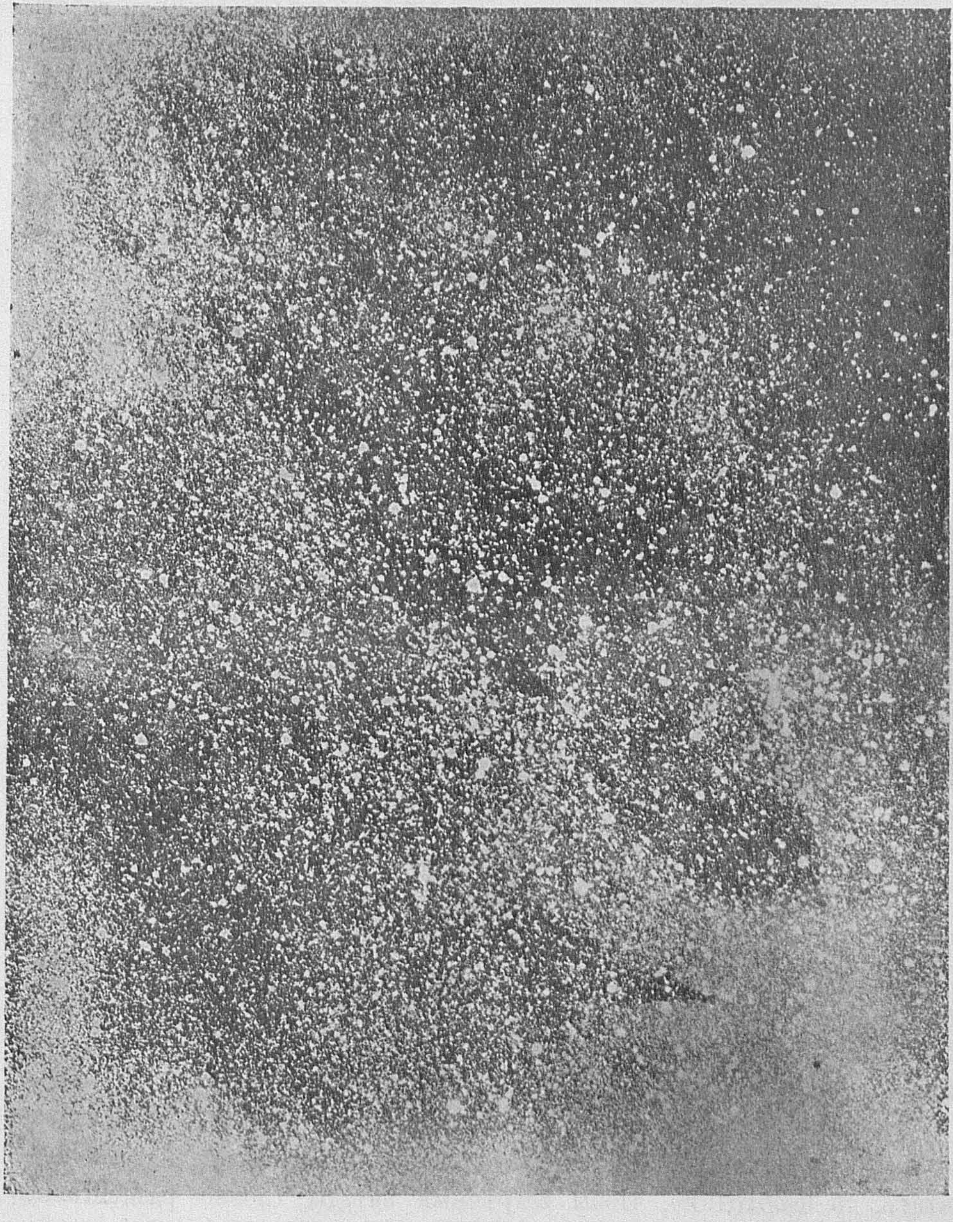


Рис. 51. Часть Млечнаго Пути въ созвѣздіи Лебедя.

По фотографіи проф. Макса Вольфа въ Гейдельбергѣ. Снимокъ 1904 г.

мѣры неприложимы. Впрочемъ, въ главѣ о строеніи вселенной намъ придется вернуться къ вопросу о Млечномъ Пути, теперь же отмѣтимъ еще одно изумительнѣйшее открытіе Гершеля, касающееся движенія звѣздъ и нашего Солнца въ пространствѣ.

Если Коперникъ разбилъ хрустальныя сферы и опрокинулъ всю систему міра Птоломея, утвердивъ неподвижно Солнце и заставивъ вокругъ него вращаться планеты, то Гершель пошелъ еще далѣе. Онъ нашелъ, что центръ нашей системы,—огромное, величественное Солнце не стоитъ неподвижно, а съ непостижимой быстротой (около 20-ти верстъ въ секунду) несется въ пространствѣ, увлекая за собой всѣ окружающія его планеты, въ томъ числѣ и нашу Землю, конечно. Съ изумительной для своего времени точностью Гершель опредѣлилъ и направленіе этого движенія Солнца. По его соображеніямъ, оно несется прямо по направленію къ той части созвѣздія Геркулеса, гдѣ находится звѣзда, обозначаемая греческой буквою λ (ламбда). Иные, впрочемъ, приходятъ къ заключенію, что движеніе солнца направлено приблизительно къ блестящей звѣздѣ *Вегѣ* (α Lyrae), находящейся въ сосѣднемъ съ Геркулесомъ созвѣздіи Лиры.

Какъ же можно было прійти къ этому поражающему на первый взглядъ открытію?

Здѣсь для уясненія мы должны прибѣгнуть къ сравненію. Не случалось ли вамъ ночью въѣзжать въ чащу перерѣзывающаго путь лѣса? Кажется, прекратилась дорога и нѣтъ болѣе пути. Плотно сомкнулись деревья, и дремучій боръ не даетъ ни проѣзда, ни прохода. Но вотъ приближаетесь вы на своей телѣгѣ, и деревья разступаются, чтобы впустить васъ на дорогу, вьющуюся среди дремучей чащи, а затѣмъ позади васъ деревья смыкаются вновь; и только по движенію пробѣгающихъ мимо на мерцающемъ звѣздами небѣ темныхъ огромныхъ вершинъ лѣсныхъ великановъ можно судить, что подвигаешься впередъ.

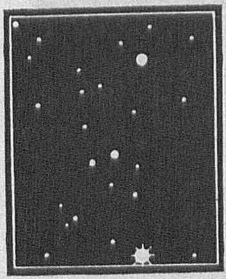


Рис. 52. Мѣсто небосвода (между α и β Лебедя), наблюдаемое простымъ глазомъ.

Случалось вамъ также, вѣроятно, ѣхать въ быстро бѣгущемъ желѣзнодорожномъ поѣздѣ? Нивы, пахота, поля и луга, телеграфные столбы и сторожевыя будки словно раздвигаются при вашемъ приближеніи, пропускаютъ поѣздъ и бѣгутъ назадъ, гдѣ снова смыкаются и остаются неподвижными.

Точно также въ пространствѣ. Если Солнце съ роемъ окружающихъ его планетъ и кометъ несется среди чащи наполняющихъ вселенную звѣздъ, то необходимо, чтобы встрѣчныя звѣзды словно раздвигались при его приближеніи, а остающіяся позади смыкались. Необходимо должно наблюдаться извѣстнаго рода *смѣщеніе* неподвижныхъ звѣздъ. Такое, хотя почти незамѣтное, смѣщеніе дѣйствительно существуетъ, и Гершель первый, какъ слѣдуетъ, учелъ его и на основаніи еле замѣтныхъ, еле уловимыхъ видимыхъ признаковъ пришелъ къ выводу о движеніи Солнца въ пространствѣ по направленію къ созвѣздію Геркулеса. Но дѣло обстоитъ еще сложнѣе. Оказывается, какъ убѣдились нынѣ, что все это звѣздное небо, всѣ эти съ виду «неподвижныя», не *измѣнившія положенія* въ теченіе всей сознательной жизни человѣчества

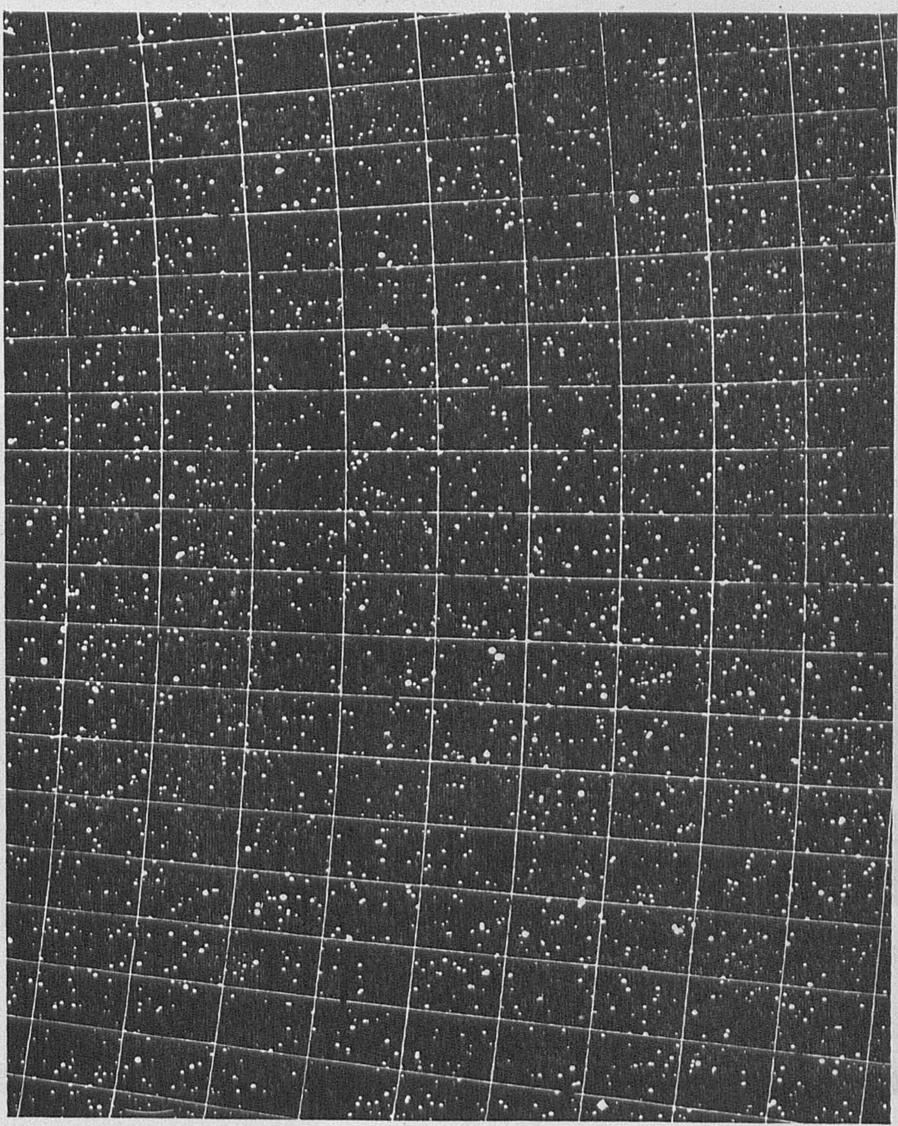


Рис. 53. То же мѣсто неба, что и на рисункѣ 52, при наблюденіи въ телескопъ.

звѣзды суть не что иное, какъ солнца, съ непостижимой быстротой въ свою очередь несущіяся по различнымъ направленіямъ.

Вселенная въ воображеніи человѣка обращается въ исполинскій рой быстро несущихся по различнымъ направленіямъ свѣтящихся, темныхъ и туманныхъ тѣлъ. Словно какой-то грандіозный вихрь закружилъ и несетъ все существующее въ неизмѣримомъ океанѣ тончайшаго вещества *эѳира*, наполняющаго весь міръ и служащаго проводникомъ свѣта и всякихъ вліяній, оказываемыхъ въ пространствѣ тѣломъ на тѣло. Но, спроситъ иной, почему же мы не видимъ и не замѣчаемъ никакихъ

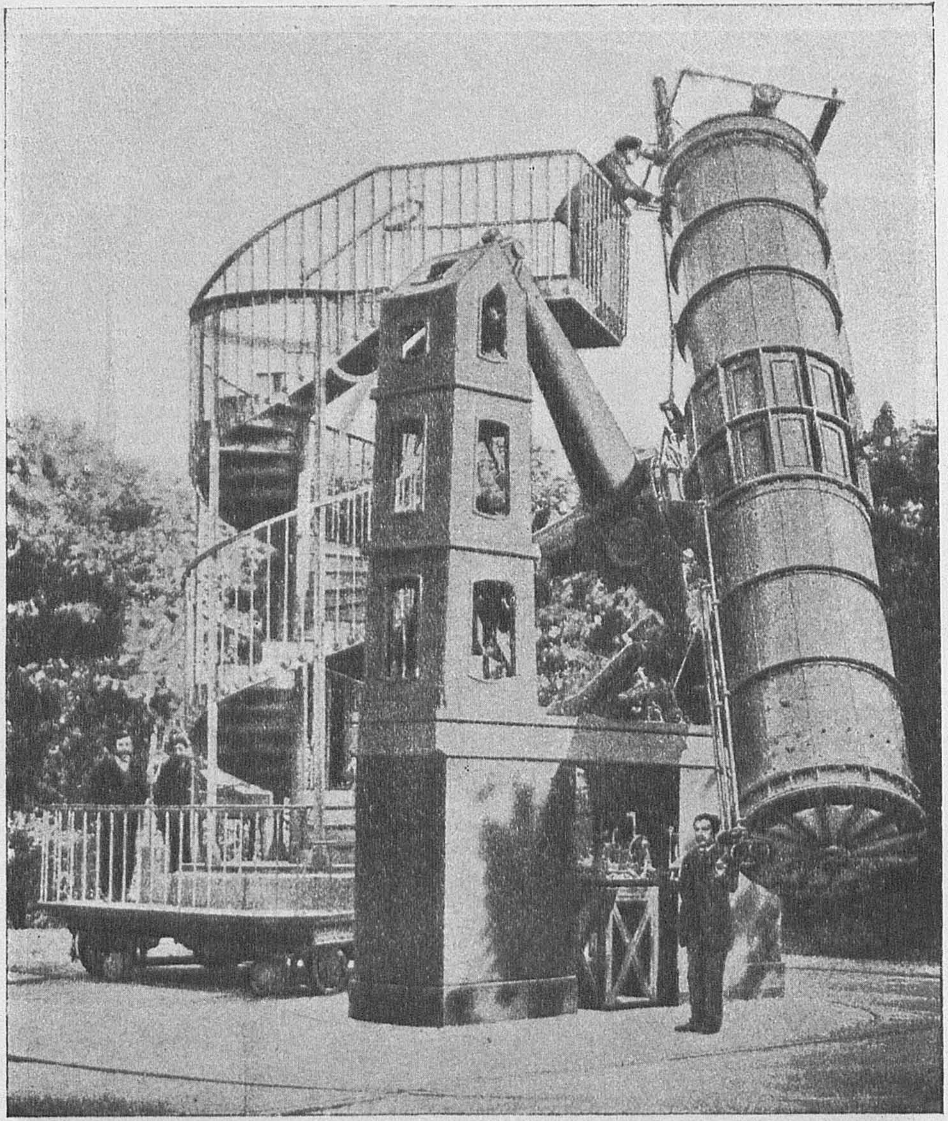


Рис. 54. Большой зеркальный телескопъ (рефлекторъ) Парижской обсерваторіи.

подобныхъ движеній? Почему въ продолженіе тысячелѣтій люди считали, да большинство считаетъ еще и теперь, положеніе звѣздъ и созвѣздій неизмѣннымъ относительно другъ друга? Отвѣтъ одинъ: причина этому огромность звѣздныхъ разстояній отъ насъ, превышающая человѣческое представленіе. Звѣзды такъ далеки, что нужны вѣка и тысячелѣтія, чтобы замѣтить самое незначительное измѣненіе ихъ положенія. Да и замѣтить-то такое измѣненіе можетъ только опытный и изощренный въ наблюденіяхъ и глубоко проникшій въ тайны мірозданія умъ.

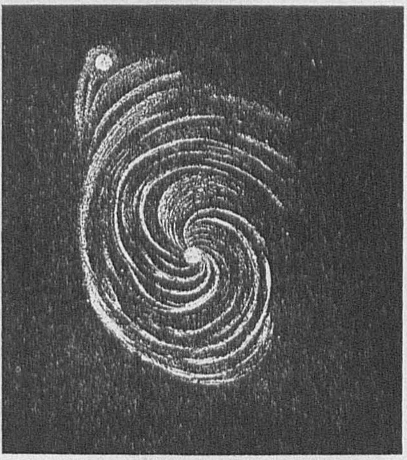


Рис. 55. Спиральная туманность въ созвѣздіи Гончихъ Псовъ. По рисунку лорда Росса.

Таковы въ общемъ наблюденія и изслѣдованія В. Гершеля, которыми до нѣкоторой степени былъ разсѣянъ мракъ, затемнявшій человѣческія понятія о вселенной. Конечно, многія воззрѣнія великаго астронома были частью исправлены, частью дополнены въ послѣдніе годы; но фактъ первостепенной важности, установленный впервые Гершелемъ, остается и до сихъ поръ фактомъ — самымъ важнымъ и точнымъ выводомъ астрономической науки. Фактъ этотъ состоитъ въ слѣдующемъ: вселенная, поскольку она открывается намъ въ видѣ звѣздъ, туманностей и звѣздныхъ скопленій, или кучъ, безпредѣльна и неизмѣрима. Вселенная безконечна! При настоящемъ состояніи нашихъ знаній эти слова нужно понимать въ томъ смыслѣ, что чѣмъ больше мы проникаемъ въ пространство, чѣмъ болѣе увеличиваемъ силу нашихъ инструментовъ и средствъ наблюденія, тѣмъ все больше и больше, дальше и дальше открываемъ въ простстранствѣ новыя звѣзды, туманности и звѣздныя кучи. Глазъ нашъ, воруженный самымъ могущественнымъ телескопомъ, отказывается, наконецъ, служить. Сѣтчатая оболочка глаза отказывается и не можетъ по своему несовершенству уловлять мерцаніе свѣтилъ, посылающихъ откуда-то намъ свои лучи. Тогда на помощь глазу пришла фотографія со своей свѣточувствительной пластинкой, уловляющей міры, недоступные глазу. И что же получилось? Получилось то, что чѣмъ свѣточувствительнѣе и совершеннѣе становится фотографическая пластинка, тѣмъ все болѣе и болѣе расширяются и увеличиваются предѣлы вселенной. Чѣмъ болѣе совершенствуются способы нашихъ наблюденій, тѣмъ съ большимъ основаніемъ и правомъ мы умозаключаемъ, что нѣтъ грани, нѣтъ берега и предѣла, гдѣ бы прекращались звѣздные міры, гдѣ не было бы разсѣяно всесозидающее первичное вещество.

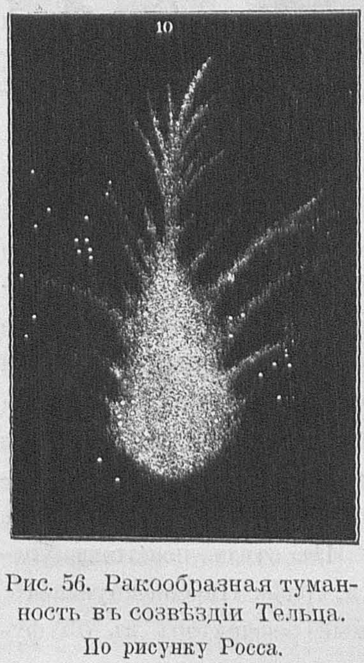


Рис. 56. Ракообразная туманность въ созвѣздіи Тельца. По рисунку Росса.

Въ пользу безконечности вселенной пока

говоритъ рѣшительно все, чѣмъ располагаетъ нынѣ астрономическая наука. Со времени же В. Гершеля, т. е. въ XIX-мъ столѣтіи (и въ частности во вторую половину его), эта наука двинулась впередъ гигантскими шагами. Мы имѣемъ теперь возможность *достовѣрно* судить о многихъ такихъ вещахъ въ глубинѣ вселенной, о которыхъ раньше нельзя было бы и мечтать. И всѣ эти новыя средства и способы наблюденій, завоеванные человѣчествомъ, свидѣтельствуютъ объ одномъ: о неизмѣримости вселенной для человѣка. Чтобы еще болѣе убѣдиться въ этомъ, продолжимъ обзоръ науки и техники астрономіи со времени Гершеля по настояще время.

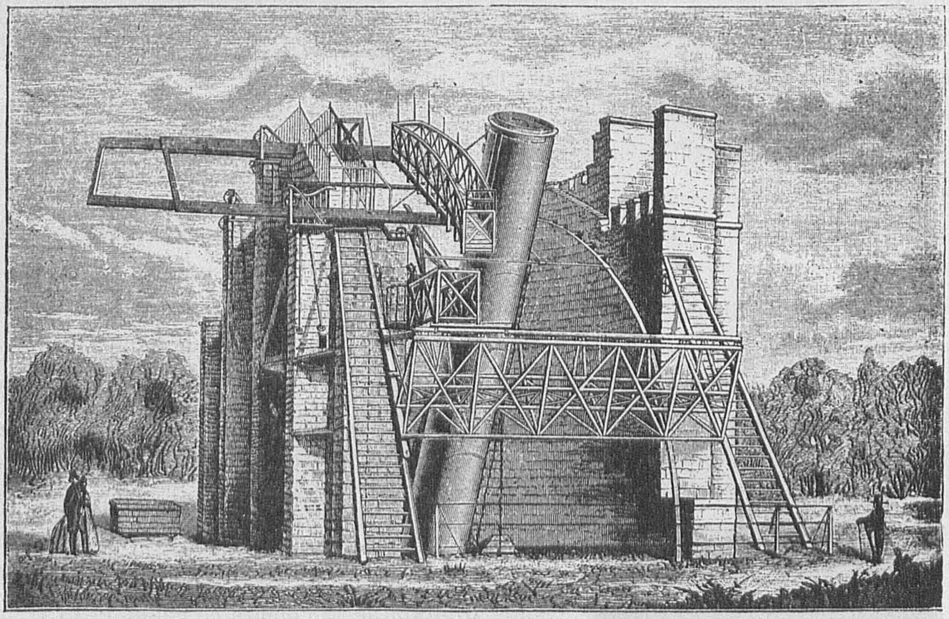


Рис. 57. Зеркальный телескопъ («Левіаѳанъ») лорда Росса въ Парсонстоунѣ близъ Дублина.

Открытія и наблюденія В. Гершеля продолжалъ его сынъ Джонъ Гершель, прославившійся въ особенности обслѣдованіями почти неизвѣстнаго дотолѣ неба южнаго полушарія. Для этого Д. Гершель четыре года пробылъ въ южной Африкѣ. Кромѣ того ученый и неученый міръ былъ, конечно, пораженъ и заинтересованъ открытіями Гершеля-отца, но никто не былъ въ состояніи ни провѣрить этихъ открытій, ни идти по его слѣдамъ. Для этого нигдѣ не было подходящихъ телескоповъ. И вотъ, какъ ученые, такъ и любители стремятся создать инструменты, не уступающіе Гершелевымъ. Изъ этихъ попытокъ упомянемъ объ огромномъ телескопѣ лорда Росса, графа Парсонстоунскаго, который въ 1845 г. устроилъ у себя огромный рефлекторъ въ 55 футовъ длины съ зеркаломъ въ 6 футовъ (180 дюймовъ) діаметромъ. Съ этимъ телескопомъ, названнымъ «Левіаѳаномъ», онъ открылъ спиральное строеніе нѣкоторыхъ туманностей (въ созвѣздіи Гончихъ Псовъ и друг.).

Сила инструмента лорда Росса была необычайно велика, но можно сказать, что здѣсь рефлекторъ достигъ уже тѣхъ крайнихъ предѣловъ, при которыхъ онъ могъ оказывать существенныя услуги наукѣ. Препятствіями къ дальнѣйшему пользованію служили громоздкость и неповоротливость инструмента, неустранимое прогибаніе зеркала подъ дѣйствіемъ собственной тяжести и всѣ связанныя съ этимъ неудобства и неточности наблюденій, не говоря уже о недолговѣчности отражательныхъ зеркалъ, вовсе не соотвѣтствующей дороговизнѣ подобнаго рода сооруженій. Какъ раньше съ рефракторомъ, такъ теперь съ рефлекторомъ, казалось, были достигнуты предѣлы возможнаго. Открытія Гершеля и лорда Росса только возбудили новый рядъ огромной важности научныхъ вопросовъ, въ которыхъ астрономы не имѣли средствъ разобраться. Но здѣсь на помощь и во славу астрономической науки выступаетъ Іосифъ Фраунгоферъ, геніальный самоучка, возвратившійся къ отодвинутому было въ сторону рефрактору и блистательно подвинувшій впередъ задачу объ устройствѣ ахроматическаго, т. е. не дающаго окраски, рефрактора.

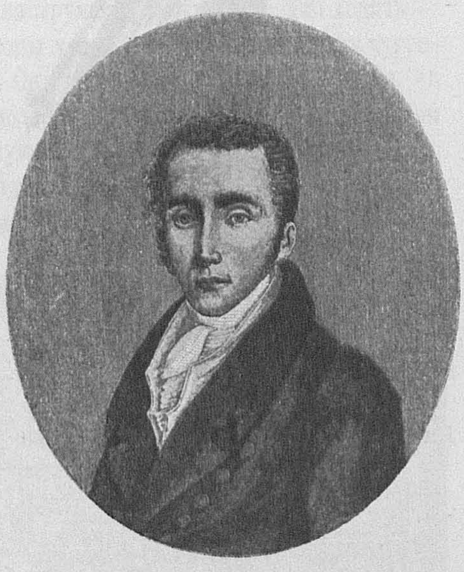


Рис. 58. І. Фраунгоферъ.

Фраунгоферъ не шелъ ощупью и наугадъ, подобно упомянутому выше Доллонду. Не случай помогъ ему, какъ тому же Доллонду, найти для своихъ объективовъ подходящее стекло,—нѣтъ, онъ вырабатываетъ методы, создаетъ теорію изготовленія трубъ, создаетъ новые пріемы выплавки и полученія нужнаго стекла. Въ 1818 году Фраунгоферъ создаетъ первый прославившій его имя ахроматическій рефракторъ для Дерптской (Юрьевской) обсерваторіи съ объективомъ въ 9 дюймовъ въ поперечникѣ, громаднымъ по тому времени[1]). Наблюденія Струве съ этимъ рефракторомъ прославили и наблюдателя и мастера инструмента на весь міръ. Рефракторъ этотъ превосходитъ качествомъ всѣ средніе гершелевскіе телескопы. Затѣмъ Фраунгоферъ изготовляетъ сложный

---

[1]) При измѣреніи объективовъ въ общемъ употребленіи французскій дюймъ, равный 2,71 сантиметрамъ.

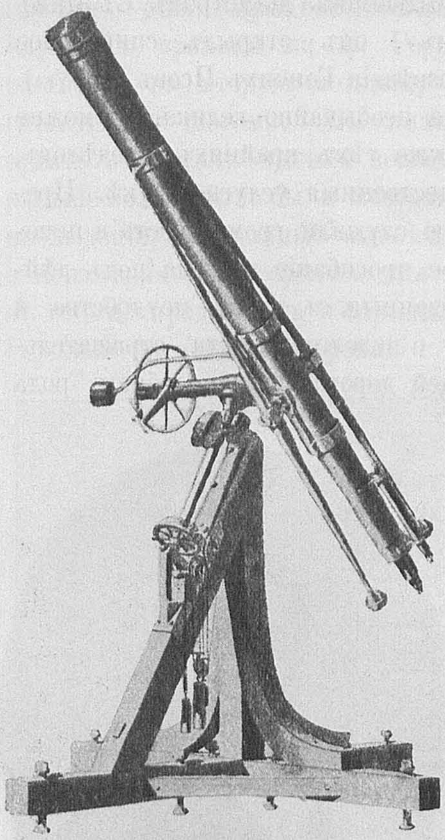


Рис. 59. Большой рефракторъ Юрьевской обсерваторіи работы Фраунгофера.

инструментъ (геліометръ) для Бесселя, директора обсерваторіи въ Кенигсбергѣ, отца и творца современной наблюдательной астрономіи. «Только Фраунгоферъ могъ приготовить такой инструментъ!» сказалъ объ этомъ инструментѣ Бессель. И эти слова глубоко знаменательны: чтобы построить выдающійся астрономическій инструментъ, мало быть хорошимъ техникомъ, но необходимо имѣть спеціальное призваніе къ этому, дарованіе и талантъ. Вслѣдъ затѣмъ начали появляться одинъ за другимъ другіе прекрасные инструменты великаго мастера, и г. Мюнхенъ, гдѣ находилась фирма «Утшнейдеръ и Фраунгоферъ», завоевалъ себѣ почетную извѣстность въ астрономическомъ мірѣ. Фраунгоферъ умеръ молодымъ, 39 лѣтъ отъ-роду (въ 1826 году); но его помощникъ по искусству Мерцъ, хотя необладавшій геніальностью Фраунгофера, продолжалъ дѣло. Въ 1840 году онъ изготовилъ рефракторъ съ 14-ти дюймовымъ объективомъ для русской обсерваторіи въ Пулковѣ; въ 1849 году—18-ти дюймовый объективъ для Страсбурга. Техника изготовленія рефракторомъ все большей и большей силы отнынѣ двигается все впередъ и впередъ.

Меридіанный кругъ Эратосѳена, или квадрантъ Тихо Браге въ соединеніи съ телескопомъ обратился въ современный меридіанный кругъ или *пассажный инструментъ*—для наблюденій прохожденія свѣтилъ въ плоскости меридіана. Въ новѣйшей конструкціи современныхъ большихъ художниковъ астрономической техники братьевъ Репсольдовъ въ Гамбургѣ этотъ инструментъ обратился тоже въ своего рода чудо. Картинно и съ любовью описываетъ профессоръ Покровскій какъ самый инструментъ (образчикъ котораго данъ на рис. 60), такъ и работу съ нимъ[1]).

---

[1]) «*Міръ Божій*». Апрѣль 1900 г. «Астрономическія обсерваторіи и т. д...».

Въ плоскости меридіана движется труба, допускающая довольно сильныя увеличенія. Она можетъ быть поставлена на какую угодно высоту, положенія ея отсчитываются на боковыхъ раздѣленныхъ кругахъ съ помощью четырехъ микроскоповъ. Круги невелики, но дѣленія на нихъ—чудо совершенства, ихъ всего на каждомъ кругѣ 10 800, они такъ нѣжны, такъ тѣсны, что совсѣмъ почти не различимы глазомъ. Подъ микроскопомъ промежутокъ между дѣленіями кажется уже довольно большимъ, а микрометръ позволяетъ опредѣлить съ нѣкоторой степенью вѣроятности даже тысячныя доли его.

Большое вниманіе обращено на горизонтальную ось, вокругъ которой вращается труба. Концы ея—цилиндры идеальной формы, размѣры которыхъ одинаковы до сотыхъ долей миллиметра. Все приспособлено, чтобы оградить инструментъ отъ посторонняго вліянія. Онъ лежитъ на каменныхъ столбахъ, глубоко ушедшихъ подъ полъ, послѣдній не прикасается къ нимъ. Вокругъ инструмента можно свободно ходить—ни одно движеніе не передается ему. Микроскопы установлены на массивныхъ чугунныхъ барабанахъ, привинченныхъ къ столбу. Они стоятъ неподвижно, а кругъ съ дѣленіями, вращающійся вмѣстѣ съ трубой, подходитъ различными своими частями подъ ихъ объективы. Они имѣютъ значительную длину, чтобы наблюдатель не вліялъ на расширеніе круга теплотой своего собственнаго тѣла. Въ старыхъ обсерваторіяхъ, типичнымъ примѣромъ которыхъ можетъ служить обсерваторія нѣмецкаго университета въ Прагѣ, помѣщающаяся въ старой іезуитской коллегіи *Climentinum*, подобные инструменты ставились на второмъ и на третьемъ этажахъ (поближе къ небу) и, понятно, откликались на всѣ сотрясенія зданія. Самое помѣщеніе обыкновенно имѣло толстыя стѣны и очень узкіе прорѣзы, что обусловливало значительную разницу въ температурахъ зала и наружной; вслѣдствіе этого всегда является токъ воздуха, изображеніе звѣзды въ трубѣ непокойно, размыто, наблюденія—неточны. Теперь измѣрительные приборы спущены прямо на почву, они, какъ сказано выше, располагаются на столбахъ, совсѣмъ не имѣющихъ связи съ окружающей обстановкой. Стѣны зала тонки,—деревянныя или желѣзныя съ наружнымъ щитомъ, люки широкіе. Они открываются за нѣсколько часовъ до наблюденій, чтобы наружная и внутренняя температуры сравнялись. Если на дворѣ морозъ 20°, то столько же и внутри, но наблюдатель не смущается этимъ. Онъ остается у инстру-

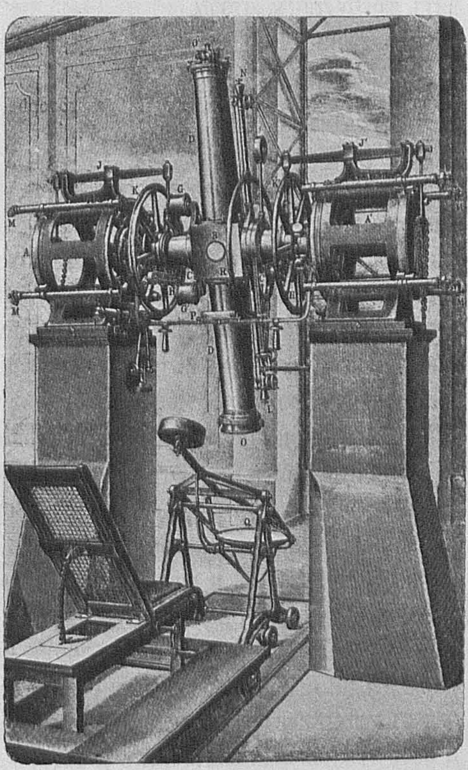


Рис. 60. Меридіанный кругъ (Пассажный инструментъ) обсерваторіи въ Страсбургѣ.

мента нѣсколько часовъ — 4, 6 и болѣе—въ безпрерывной работѣ. Его уши открыты, руки тоже безъ перчатокъ, чтобы имѣть возможность, руководствуясь осязаніемъ, сообщить трубѣ самыя малыя перемѣщенія.

Вотъ приближается моментъ, когда интересующая его звѣзда подходитъ къ меридіану. Онъ располагаетъ трубу на извѣстной высотѣ и садится или ложится на движущійся подъ ней на рельсахъ стулъ. По близъ стоящимъ астрономическимъ часамъ начинаетъ считать онъ мѣрные секундные удары: «разъ, два, три, четыре, пять...». Вотъ звѣзда показалась на полѣ зрѣнія трубы; повинуясь суточному движенію небеснаго свода, она плавно подходитъ все ближе и ближе къ центру. Наблюдатель весь превращается во вниманіе. Онъ не чувствуетъ болѣе ни холода, ни вѣтра, рвущаго наверху люки... «Пятнадцать, шестнадцать, семнадцать...». Вотъ звѣзда приближается къ первой изъ вертикальныхъ нитей, которыя натянуты на полѣ зрѣнія. «Двадцать пять», говоритъ про себя наблюдатель, когда она совсѣмъ у нити, «двадцать шесть», когда она уже по другую отъ нея сторону. Опытнымъ взоромъ астрономъ оцѣниваетъ части, на которыя нить раздѣляетъ секундный интервалъ звѣзднаго пути, и записываетъ въ своемъ журналѣ, положимъ, 25,8. Но онъ не бросилъ при этомъ счета. Эти двѣ операціи,—оцѣнка десятыхъ долей секунды и запись не должны его сбить. Онъ продолжаетъ считать и у второй нити запишетъ 34,6 и. т. д.

Когда звѣзда у средней нити, онъ ловкимъ движеніемъ особаго ключа сразу ставитъ трубу такъ, чтобы звѣзда была точно на серединѣ между двумя горизонтальными нитями.

Моменты прохожденія черезъ нити, какъ до, такъ и послѣ средней, приводятся вычисленіями къ одному — получается точное время прохожденія черезъ середину поля. Отсчетъ по четыремъ микроскопамъ на кругѣ даетъ положеніе трубы, т.-е. высоту звѣзды, и этихъ двухъ величинъ достаточно, чтобы опредѣлить положеніе свѣтила на небѣ. Конечно, должны быть введены еще кое-какія поправки: нужно присчитать отклоненіе оси инструмента, отступленіе той плоскости, въ которой движется ось трубы, отъ плоскости меридіана, вліяніе рефракціи, измѣняющейся съ измѣненіемъ показаній барометра и термометра. Нужно знать и постоянныя ошибки инструмента. Со времени Бесселя астрономъ не полагается на искусство мастера, приготовившаго инструментъ. Какъ бы ни была знаменита фирма, какіе бы точные инструменты она ни выпускала, астрономъ, прежде всего, принимается за изслѣдованіе инструмента, съ которымъ начинаетъ работать. Онъ изслѣдуетъ форму цапфовъ, т.-е. концовъ горизонтальной оси, винтъ микрометра, уровень, измѣряетъ разстояніе между штрихами на кругѣ и пр. На это идутъ у него мѣсяцы, годы. На годы растягиваются и наблюденія. Какъ это скучно! Какая же это астрономія—это техника,—скажете вы, читатель. О да! У астронома много черной работы, но не одна она. Какъ виртуозъ не оставитъ на васъ впечатлѣнія одной своей техникой, какъ бы ни были удивительны его пассажи, но, обладая чуткой, отзывчивой душой, онъ съ этими средствами заставитъ стонать и плакать свои аккорды, а вмѣстѣ съ тѣмъ и весь зрительный залъ, такъ и астрономъ можетъ извлечь изъ своихъ наблюденій богатые результаты только тогда, когда обладаетъ достаточнымъ знаніемъ и извѣстнымъ запасомъ идей. Вотъ почему мы не допускаемъ до наблюденій людей, не отдавшихъ себя спеціально астрономіи, хотя бы они и способны были хорошо освоиться съ технической стороной наблюденій. Черная работа сравнительно мало тяготитъ астронома. Если онъ ясно представляетъ свою задачу, если онъ понимаетъ, куда идетъ, куда стремится, то для него всѣ цифры живутъ и самая работа веселитъ. Весьма часто остроумный изслѣдователь дѣлаетъ по своимъ наблюденіямъ и неожиданныя открытія. Такъ, изъ меридіанныхъ наблюденій была открыта нутація, — явленіе, состоящее въ томъ, что полюсъ міра, описывая на небѣ окружность, какъ мы говорили, идетъ зигзагами съ періодомъ въ 18 $^1/_2$ лѣтъ, что обусловливается вліяніемъ Луны, положеніе орбиты которой подвержено колебаніямъ съ тѣмъ же періодомъ; открыта была также аберрація, вслѣдствіе которой звѣзда за годъ опишетъ на небесномъ сводѣ небольшой эллипсъ размѣрами въ нѣсколько секундъ дуги, замѣчены были неправильности въ движеніи планеты Урана, повлекшія за собой открытіе новой планеты Нептуна, равно какъ и неправильности въ перемѣщеніяхъ Сиріуса и Проціона, указавшія на существованіе около нихъ спутниковъ, за послѣдніе годы дѣйствительно усмотрѣнныхъ въ сильныя трубы.

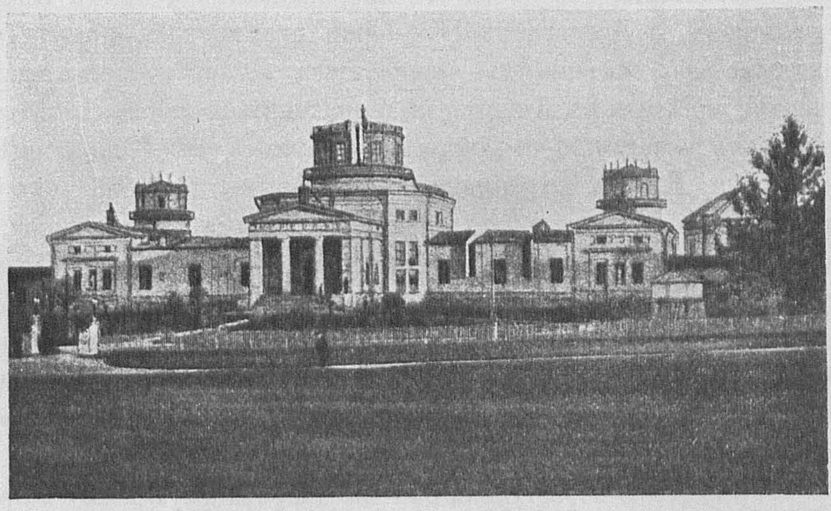


Рис. 61. Обсерваторія въ Пулковѣ.

Меридіаннымъ кругомъ, главнымъ образомъ, пользуются для опредѣленія положенія звѣздъ—основныхъ точекъ, которыя служатъ для точнаго вычисленія орбитъ тѣлъ движущихся: кометъ и планетъ. Изъ меридіанныхъ наблюденій обнаружены и такъ называемыя собственныя движенія самихъ звѣздъ.

Успѣхи астрономической техники со времени Фраунгофера, какъ видимъ, весьма велики. Однако изготовленіе (отливка и шлифовка) большого объектива и въ настоящее время представляетъ цѣлое событіе, ибо, какъ было уже сказано раньше, это дѣло требуетъ не только спеціальныхъ знаній, но и спеціальнаго таланта. Вотъ, напримѣръ, какихъ хлопотъ и трудовъ *стоило* изготовленіе большого 30-ти дюймоваго объектива для нашей Николаевской главной обсерваторіи въ Пулковѣ, какъ объ этомъ разсказываетъ проф. Покровскій въ цитированной уже выше статьѣ.

Когда въ 1878 году возникла мысль о пріобрѣтеніи большого рефрактора для Пулковской обсерваторіи, который превзошелъ бы своими размѣрами всѣ существовавшіе, рѣшили сначала поручить изготовленіе объектива Сигмунду Мерцу, преемнику искусства знаменитаго Фраунгофера.

Размѣры объектива были опредѣлены въ 30 дюймовъ въ діаметрѣ. Но заводъ Мерца не былъ приспособленъ къ отливкѣ такихъ большихъ массъ стекла, и онъ не бралъ на себя финансоваго риска, сопряженнаго съ заказомъ.

Между тѣмъ, пока велись переговоры, О. Струве, директоръ Пулковской обсерваторіи, получаетъ отъ американскихъ ученыхъ Ньюкома въ Вашингтонѣ и Дрепера въ Нью-Іоркѣ приглашеніе, прежде чѣмъ окончательно на чемъ-нибудь остановиться въ столь значительномъ предпріятіи, пріѣхать въ Америку и познакомиться лично съ высокими достоинствами новаго 26-ти-дюймоваго объектива въ Вашингтонѣ работы Альвана Кларка съ сыновьями, которымъ въ 1877 году было сдѣлано удивительное открытіе спутниковъ Марса. Они думали, что Кларки съ успѣхомъ могли бы отшлифовать объективъ и для Пулкова, при чемъ сдѣлали бы это на болѣе выгодныхъ условіяхъ, чѣмъ европейскіе художники, въ виду только что съ успѣхомъ выполненнаго опыта.

О. Струве нашелъ доводы своихъ коллегъ въ пользу порученія заказа Альвану Кларку вполнѣ основательными и вмѣстѣ съ своимъ сыномъ Германомъ отправляется въ Америку.

Въ августѣ 1879 г. вступили они на американскую почву и прежде всего направились въ Вашингтонъ для того, чтобы познакомиться съ знаменитымъ рефракторомъ, а 1-го сентября заключенъ былъ въ Кембриджѣ формальный контрактъ съ Кларкомъ, по которому послѣдній обязался за 33 000 долларовъ отшлифовать для Пулковской обсерваторіи 30-ти-дюймовый объективъ въ теченіе 18 мѣсяцевъ послѣ того, какъ будутъ добыты подходящія стеклянныя массы.

Черезъ нѣсколько дней послѣ подписанія этого контракта Альванъ Кларкъ-сынъ выѣзжаетъ въ Европу. Кларки умѣютъ только шлифовать стекла, но отлить большую однородную массу могутъ толко два завода: въ Англіи Шансъ и во Франціи—Фейль.

У Шанса Кларкъ нашелъ готовую массу кронгласа. Оставалось размягчить ее, чтобы потомъ придать ей форму линзы. Флинтгласъ заказанъ былъ у Фейля.

Но черезъ нѣсколько мѣсяцевъ вдругъ получается извѣстіе, что кронгласъ во время размягченія треснулъ. Пришлось отливать новую массу. Этотъ заказъ былъ также переданъ Фейлю.

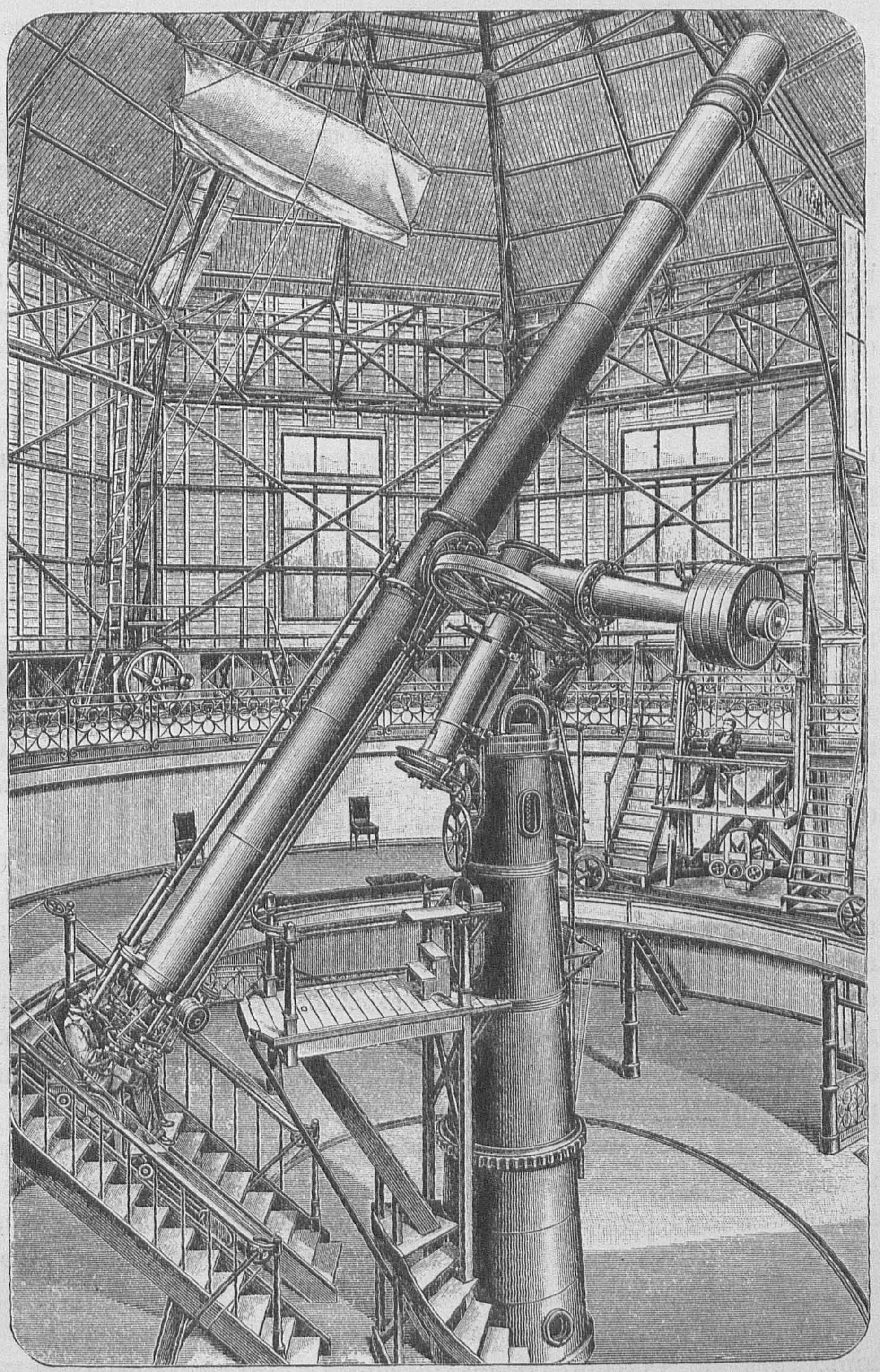


Рис. 62. Большой 30-дюймовый рефракторъ Пулковской обсерваторіи.

Только черезъ годъ удалось получить флинтгласъ, а отливка кронгласа затянулась на два года.

Когда флинтгласовая масса была доставлена Кларку, онъ нашелъ ее превосходной. Прекраснаго качества—прозрачной и однородной—оказалась и кронгласовая линза, несмотря на цѣлую кучку воздушныхъ пузырьковъ на одной ея поверхности (пузырьки эти не вліяютъ на дѣйствіе объектива), но она не имѣла достаточной толщины. Во избѣжаніе вреднаго гнутія, которое могло бы происходить при тонкихъ краяхъ, Кларкъ не рѣшился шлифовать ее съ такимъ фокуснымъ разстояніемъ, какъ предполагалось прежде. Начинаются переговоры объ удлиненіи трубы съ 40 до 45 футовъ. Это тоже не праздный вопросъ. Всѣ приготовленія и условія относительно монтировки инструмента и постройки башни для его помѣщенія были разсчитаны на фокусное разстояніе въ 40 футовъ, сообразно чему были распредѣлены и денежныя средства. Сначала О. Струве даже рѣшительно отказался отъ измѣненія проекта. Но соображенія, что на отливку новой большой и достаточно толстой массы кронгласа потребуется еще нѣсколько лѣтъ, и сомнѣніе, что при тогдашнемъ состояніи техники художникамъ вообще удалась бы эта операція, заставила его хлопотать объ ассигновкѣ дополнительныхъ суммъ и разрѣшить Кларку шлифовку съ предложеннымъ ему фокуснымъ разстояніемъ. Это было въ декабрѣ 1881 года, а годъ спустя, 1-го января 1883 года Кларкъ телеграммой извѣстилъ О. Струве, что шлифовка объектива окончена.

Предстояла новая поѣздка въ Америку. О. Струве отправляется опять вмѣстѣ съ сыномъ Германомъ для спеціальнаго изслѣдованія и пріема новаго объектива. Потомъ слѣдуютъ хлопоты по перевозкѣ драгоцѣнности. Профессора Пикерингъ и Тровбриджъ любезно приняли на себя надзоръ за цѣлесообразной упаковкой объектива и осторожной доставкой его на бортъ шедшаго изъ Бостона парохода. Тамъ принялъ его г. Лундинъ, искусный помощникъ г-дъ Кларкъ, которому было поручено сопровождать объективъ до Пулкова.

15-го іюня (по старому стилю) объективъ былъ привезенъ въ Кронштадтъ, откуда на паровомъ баркасѣ перевезенъ въ Петергофъ, отсюда же по мягкимъ дорогамъ въ рессорномъ экипажѣ шагомъ онъ былъ доставленъ въ Пулково 16-го іюня. Установка же рефрактора закончилась только въ 1885 году.

Но нашъ Пулковскій рефракторъ не долго оставался первымъ въ мірѣ. Тотъ же Альванъ Кларкъ (самоучка, едва обладавшій вначалѣ кое-какими техническими свѣдѣніями) вскорѣ, въ 1888 году, отшлифовалъ объективъ въ 36 дюймовъ для обсерваторіи Джемса Лика въ Америкѣ и въ 1897 году—40-дюймовый для Іеркской обсерваторіи

Чикагскаго университета въ Америкѣ же. Это предѣлъ, на которомъ остановилась техника изготовленія рефракторовъ въ настоящее время. Нечего и говорить о томъ, что полученные рефракторы далеко оставляютъ позади исполинскіе рефлекторы Гершеля и лорда Росса. Инструментъ обсерваторіи Іеркса, напримѣръ, приближаетъ къ намъ Луну на разстояніе 180 верстъ, т. е. съ помощью этого рефрактора мы наблюдаемъ на Лунѣ такія подробности, которыя доступны были бы невооруженному глазу на разстояніи 180 верстъ.

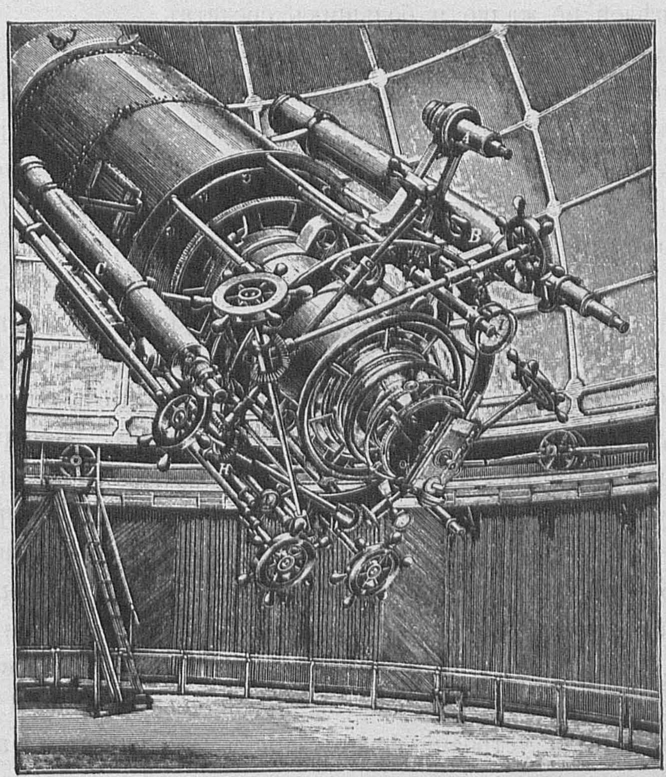


Рис. 63. Окулярный конецъ 36-дюймоваго рефрактора обсерваторіи Лика.

Но изготовленіе хорошаго и надлежащихъ размѣровъ объектива еще не все. Является затѣмъ вопросъ объ установкѣ *(монтировкѣ)* телескопа. Монтировкой называютъ всѣ тѣ механическія приспособленія, при помощи которыхъ телескопъ можно направлять на свѣтило и заставлять слѣдовать за нимъ въ его суточномъ движеніи.

Это очень сложная и отвѣтственная задача, какъ читатель можетъ убѣдиться, просматривая хотя бы данные въ книгѣ рисунки нѣкоторыхъ замѣчательныхъ современныхъ астрономическихъ инструментовъ (обратите вниманіе хотя бы на рис. 63—окулярнаго конца Ликскаго рефрактора).

Въ этомъ отношеніи заслужила особенную извѣстность въ Европѣ фирма Репсольдовъ, а въ Америкѣ фирма Ворнеръ и Стэзи. Первые монтировали большой Пулковскій рефракторъ, а вторые—Ликскій и Іеркскій. Усовершенствованія, введенныя ими въ установку астрономическихъ приборовъ, позволяютъ достигать необыкновенной точности наблюденій.

Само собой разумѣется, что устройство подобныхъ инструментовъ стоитъ не дешево. Одинъ 36-дюймовый объективъ Ликской обсерваторіи стоилъ (не считая монтировки) около 100 000 рублей. Но для великихъ цѣлей не жалко и большихъ средствъ.

Въ видахъ достиженія возможной чистоты окружающаго воздуха, во избѣжаніе пыли, шума и ночного яркаго освѣщенія улицъ, большія обсерваторіи строятся внѣ большихъ городовъ. Такъ, напр., Пулковская находится въ 17 верстахъ отъ Петербурга, Потсдамская астрофизическая—въ 25 километрахъ отъ Берлина. За послѣднее время все болѣе и болѣе проявляется стремленіе на горы. Ликская обсерваторія построена на горѣ Гамильтонъ, на высотѣ 1 400 метровъ, отдѣленіе знаменитой обсерваторіи Гарвардскаго колледжа въ горахъ Перу—въ Арекинѣ, новая обсерваторія въ Гейдельбергѣ—въ Кёнигштулѣ, на высотѣ 600 метровъ, и пр. Выгода для наблюденій отъ этого несомнѣнная. Но для самихъ астрономовъ жизнь на горахъ, конечно, уже не такъ удобна, вслѣдствіе удаленія отъ умственныхъ центровъ, а часто также и суровости климата. Обитатели Ликской обсерваторіи, напримѣръ, подолгу бываютъ отрѣзаны непогодой отъ всего міра.

Нѣкоторыя обсерваторіи построены на снѣжныхъ вершинахъ съ спеціальной цѣлью, какъ, напр., обсерваторія на Монбланѣ и обсерваторія на Этнѣ, работы которой находятся въ непосредственной связи съ работами находящейся внизу Катанской обсерватеріи. Обсерваторія на Монбланѣ была устроена французскимъ академикомъ астрономомъ Жансеномъ, съ именемъ котораго намъ въ дальнѣйшемъ придется встрѣтиться еще не разъ. Недавно умершій (въ 1909 г.), ученый академикъ разсказалъ самъ объ этой своей обсерваторіи (разсказъ этотъ мы приводимъ здѣсь. Надо думать, что, ознакомившись съ этимъ разсказомъ, читатель пойметъ и оцѣнитъ ту дѣловую энергію, которую проявляютъ такъ называемые «кабинетные ученые», когда вопросъ касается научнаго предпріятія. Хромой и уже старикъ—Жансенъ взбирается на вершину высочайшей горы Европы, чтобы убѣдиться, можно ли тамъ устроить обсерваторію. Здѣсь же кстати будетъ замѣтить, что нашъ русскій талантливѣйшій, но безвременно погибшій, астрономъ Ганскій (см. главу «Солнце и его система») не мало и съ любовью поработалъ на этой обсерваторіи на Монбланѣ. Смѣемъ также посовѣтовать читателю возвратиться къ предлагаемому отрывку еще разъ, ознакомившись съ главою о Солнцѣ.

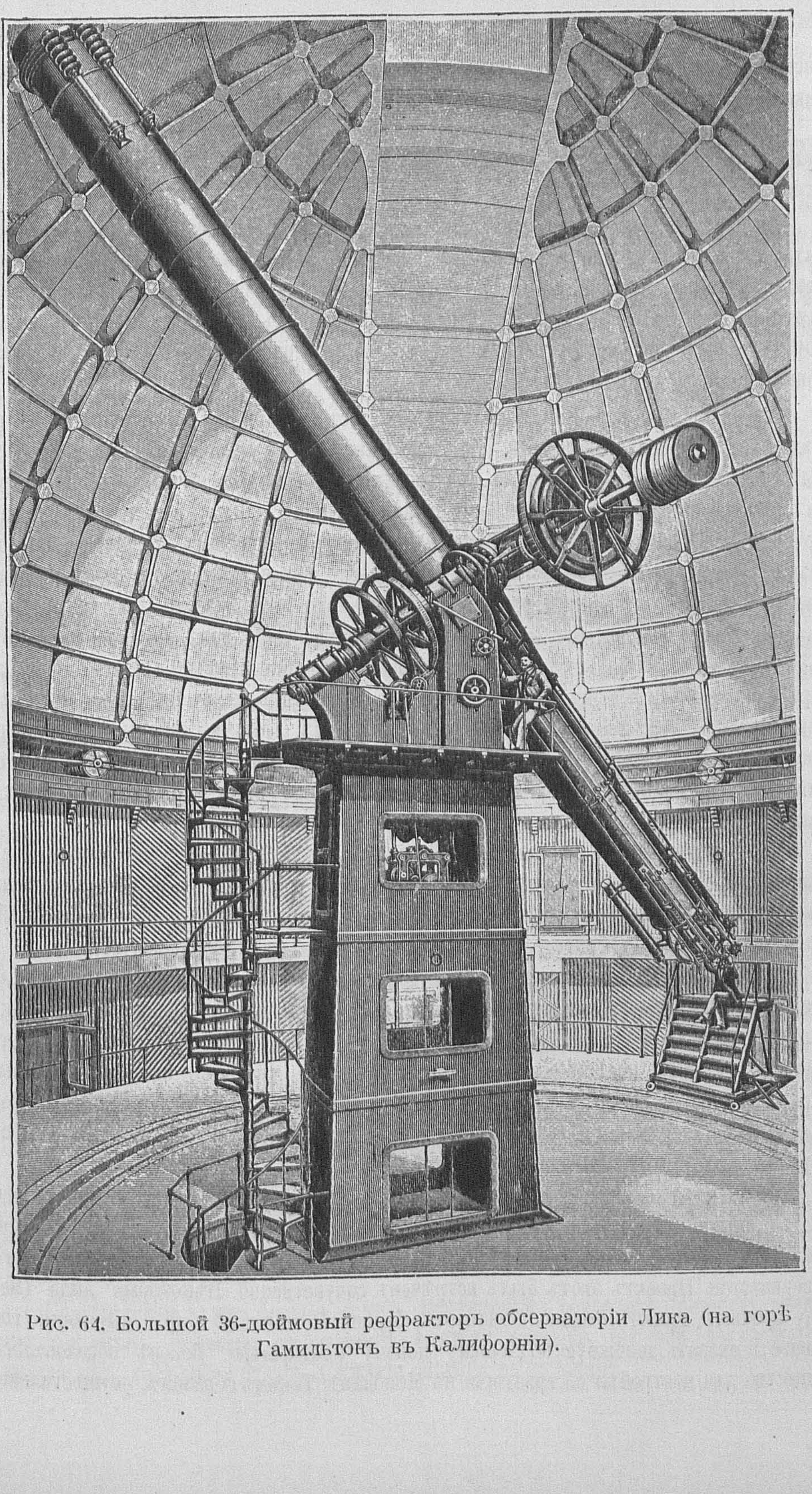


Рис. 64. Большой 36-дюймовый рефракторъ обсерваторіи Лика (на горѣ Гамильтонъ въ Калифорніи).

26-го августа 1890 года, около 12 часовъ дня, на вершину Монблана поднялись сани, которыя везли, или, скорѣе, внесли, 12 человѣкъ проводниковъ, отличавшихся необыкновенной физической силой и рѣшимостью.

Еще въ первый разъ подъемъ на Монбланъ совершался такимъ способомъ, и путешественники достигли вершины знаменитой горы, почти не выходя изъ экипажа.

Путешествіе было сопряжено съ героическими усиліями. Приходилось карабкаться по крутымъ склонамъ, обходить глубокія разсѣлины, взбираться почти на отвѣсные утесы, окруженные пропастями. Но мы восторжествовали надъ всѣми этими трудностями. Понятно, что, достигнувъ, наконецъ, цѣли, вся наша небольшая компанія была въ восторгѣ отъ удачи: мы поздравляли другъ друга, и даже обнимались отъ радости.

Очутившись на вершинѣ Монблана, я тотчасъ же принялся изслѣдовать мѣстность. Передо мной открывалась чудная картина: погода была великолѣпная, небесный сводъ казался темносинимъ, съ легкимъ лиловатымъ оттѣнкомъ. Несмотря на естественность и необходимость такого явленія, меня все-таки поразило, что небесный сводъ, казалось, продолжался и подъ горизонтомъ, такъ что наблюдатель находился какъ бы въ центрѣ лазурнаго глобуса. Вслѣдствіе этого, развалины, города, горныя долины, деревни, словомъ, все, что было въ предѣлахъ громаднаго горизонта, разстилавшагося передъ нами, было какъ бы погружено въ волны небесно-голубого океана. Это производило впечатлѣніе какого-то новаго міра, покоющагося на днѣ моря, спокойныя и совершенно-прозрачныя воды котораго даютъ возможность видѣть то, что дѣлается на днѣ. Но изъ глубины этого океана кое-гдѣ поднимались гигантскіе рифы, и ихъ ослѣпительно-бѣлыя вершины отчетливо вырисовывались на горизонтѣ. То были горныя цѣпи, центромъ которыхъ является возвышающійся надъ всѣми ими Монбланъ.

Но, несмотря на все очарованіе этой картины, я не могъ всецѣло отдаться ея созерцанію, потому что нужно было изслѣдовать, насколько вершина Монблана представляетъ удобную станцію для астрономическихъ и физическихъ наблюденій. Наскоро осмотрѣвъ мѣстность, пришлось уже пускаться въ обратный путь.

Успѣхъ нашего перваго путешествія доказалъ, что эти ледники, представляющіе столько новыхъ и интересныхъ предметовъ для изслѣдованія ученыхъ и столько величественныхъ и прекрасныхъ картинъ природы для поэтовъ и артистовъ, отнынѣ могутъ быть посѣщаемы даже тѣми, у кого не хватаетъ здоровья и силы, чтобы совершить такую экскурсію пѣшкомъ; кромѣ того, поѣздка въ саняхъ избавляетъ отъ страшнаго утомленія и даетъ возможность полнѣе и свободнѣе любоваться красотой этихъ высокихъ областей.

Черезъ мѣсяцъ я представилъ въ Академію Наукъ отчетъ о своей экскурсіи и о сдѣланныхъ мною наблюденіяхъ, и, указавъ на всѣ преимущества такой высокой станціи для метеорологіи, физики и астрономіи, внесъ проектъ объ устройствѣ тамъ обсерваторіи. Проектъ этотъ былъ встрѣченъ сочувственно. Нѣкоторыя лица (между прочимъ, принцъ Роланъ Бонапартъ, баронъ Ротшильдъ и др.) выразили готовность оказать денежную поддержку новому предпріятію. Вскорѣ образовалось общество для постройки обсерваторіи на Монбланѣ. Такимъ образомъ, осуществленіе этой идеи зависѣло только отъ того, удастся ли преодолѣть препятствія, представляемыя самой природой. Нельзя не признать, что препятствія эти были очень серьезны.

Дѣйствительно, люди, наиболѣе знакомые съ глетчерами Монблана, считали немыслимой постройку на его вершинѣ какого-нибудь зданія, могущаго служить для наблюденія надъ природой. Съ одной стороны, утверждали, что слой льда на вершинѣ настолько толстъ, что нельзя будетъ прорубить его, чтобы построить обсерваторію на самомъ утесѣ; а съ другой—казалось немыслимымъ предпринять постройку на снѣгу.

Общественное мнѣніе относилось къ моему проекту недовѣрчиво. Къ тому же г. Валло только что устроилъ на одномъ изъ утесовъ Монблана обсерваторію, которая въ скоромъ времени должна была значительно расшириться и служить для разнообразныхъ наблюденій.

Но всѣ эти соображенія не могли поколебать нашей рѣшимости, такъ какъ только вершина горы, по громадности открывающагося съ нея горизонта, могла быть пригодна для тѣхъ наблюденій и научныхъ работъ, которыя я имѣлъ въ виду.

Мои тридцатипятилѣтнія занятія и путешествія въ различныхъ частяхъ свѣта, въ особенности долговременныя пребыванія на вершинахъ Фаульгорна, Этны, Южнаго Пика и Гималаевъ, привели меня къ убѣжденію, что наблюденія въ обсерваторіяхъ, построенныхъ на склонахъ горъ, имѣютъ очень много несовершенствъ, и что вершина горы въ этомъ отношеніи несомнѣнно имѣетъ большія преимущества. Такъ какъ наиболѣе удобная для восхожденія сторона Монблана находится во владѣніи Франціи, то мнѣ казалось, что мы не имѣемъ права останавливаться такъ близко у цѣли и не сдѣлать попытки овладѣть вершиной, откуда открывается видъ на три страны и гдѣ есть возможность изучить азмосферическій слой, имѣющій около 5 килом. толщины и 100 килом. въ діаметрѣ.

Рис. 65. Жансенъ.

Такое предпріятіе во что бы то ни стало должно быть осуществлено, и мы приступили къ дѣлу. Измѣренія, сдѣланныя г. Эйбрелемъ, показали, что слой снѣга на вершинѣ настолько великъ, что утвердить зданіе на утесѣ немыслимо. Тогда я рѣшилъ попробовать построить обсерваторію на снѣгу. Но этотъ новый проектъ былъ встрѣченъ почти всеобщимъ недовѣріемъ, и мнѣ нужно было вооружиться всей силой своего убѣжденія, основаннаго на многолѣтнемъ изученіи вопроса, чтобы устоять въ этой борьбѣ.

Прежде всего нужно было выяснить два главныхъ вопроса: во-первыхъ, можетъ ли слой снѣга, лежащаго на вершинѣ, вынести давленіе большой постройки, и, во-вторыхъ, насколько сильно движеніе снѣговъ по склонамъ.

Чтобы рѣшить первый вопросъ, въ обсерваторіи въ Медонѣ былъ предпринятъ рядъ опытовъ для изслѣдованія силы сопротивленія осѣвшаго снѣга. Оказалось, что сила это чрезвычайно значительна.

Свинцовая колонна вѣсомъ въ 360 килогр. и имѣющая 30 сантиметровъ въ діаметрѣ, была поставлена въ снѣгъ, доведенный до той степени плотности, какую онъ имѣетъ на вершинѣ Монблана, и эта колонна погрузилась въ снѣгъ всего на нѣсколько миллиметровъ. Опытъ этотъ повторялся нѣсколько разъ, и результаты получались еще болѣе утѣшительные.

Что касается второго вопроса, то для рѣшенія его въ 1891 г. на вершинѣ Монблана построили деревянный баракъ, часть котораго была врыта въ снѣгъ, при чемъ слой снѣга былъ тщательно вымѣренъ. Баракъ этотъ уже два года стоитъ на вершинѣ и въ настоящее время служитъ кладовой.

Всѣ эти результаты были такого ободряющаго свойства, что мы рѣшили приступить къ дѣлу.

Форма новой обсерваторіи и расположеніе ея частей должны были быть приспособлены къ своеобразнымъ условіямъ ея мѣстоположенія. Двухъэтажное зданіе съ террасой должно было имѣть форму усѣченной четырехгранной пирамиды; форма эта удобна вслѣдствіе своего широкаго основанія и такого расположенія поверхностей, которое наиболѣе приспособлено къ тому, чтобы противостоятъ порывамъ вѣтра. Нижній этажъ долженъ былъ быть на три четверти зарытъ въ снѣгу, чтобы придать больше прочности всей постройкѣ и достигнуть болѣе высокой температуры въ спальняхъ, долженствующихъ помѣщаться въ этомъ этажѣ. Всѣ части обсерваторіи должны быть такъ соединены другъ съ другомъ, чтобы возможно было, съ помощью подъемныхъ винтовъ, перенести все зданіе на другое мѣсто, въ случаѣ снѣжныхъ заносовъ.

Постройка обсерваторіи производилась въ Медонѣ, подъ нашимъ наблюденіемъ. Затѣмъ она была разобрана и перенесена въ Шамуни, гдѣ распредѣлили матеріалъ для переноски на Монбланъ. Весь матеріалъ вѣсилъ около 15 тоннъ, и для переноски его требовалось отъ 700 до 800 носильщиковъ. Весь путь былъ раздѣленъ на 4 части и на двухъ главныхъ станціяхъ были построены хижины для склада вещей.

Лѣто 1892 г. ушло на постройку обсерваторіи, перенесеніе ея въ Шамуни, устройство станцій и организацію транспорта. Къ концу лѣта всѣ станціи были уже устроены, и четвертая часть матеріаловъ переправлена на станцію, на Роше-Ружъ. Остальная часть хранилась внизу, въ Grands Mulets.

Лѣтомъ 1893 г. всѣ матеріалы были перенесены на вершину Монблана, и тамъ было воздвигнуто зданіе обсерваторіи.

Чтобы облегчить перенесеніе болѣе тяжелыхъ частей обсерваторіи, я придумалъ устроить нѣсколько горизонтальныхъ воротовъ, на которые наматывался канатъ для поднятія саней, нагруженныхъ матеріалами для постройки обсерваторіи.

Любопытное и невиданное еще зрѣлище представлялъ большой глетчеръ Монблана, выступы котораго образуютъ какъ бы ступени гигантской лѣстницы; по этой лѣстницѣ взбирались ряды рабочихъ, управляющихъ подъемными машинами, которыя медленно, но неуклонно, подвигали тяжело нагруженныя сани къ вершинѣ, и вся эта работа производилась не ради пріобрѣтенія матеріальныхъ богатствъ, а ради устройства станціи, долженствующей обогатить науку новыми истинами.

Мало-по-малу всѣ матеріалы были доставлены на вершину, и наступило время самой постройки зданія обсерваторіи, которая должна была увѣнчать всѣ эти труды. Изъ рабочихъ выбрали самыхъ сильныхъ и наиболѣе привычныхъ къ большимъ высотамъ людей; къ нимъ присоединили и тѣхъ плотниковъ, которые строили обсерваторію въ Медонѣ.

Мы очень опасались урагановъ или сильныхъ вихрей, столь частыхъ на Монбланѣ; но, по счастливой случайности, въ теченіе двухъ недѣль погода стояла совершенно тихая и, сравнительно, теплая.

Работы подвигались съ изумительной быстротой, и 8-го сентября все зданіе обсерваторіи было готово, съ его внутренними стѣнами, лѣстницей и полами. Только терраса осталась не вполнѣ законченной.

Какъ только постройка обсерваторіи была завершена, я отправился туда для астрономическихъ наблюденій.

Второе путешествіе мое отличалось отъ перваго тѣмъ, что сани подымались наверхъ съ помощью системы воротовъ. Подъемъ этотъ былъ устроенъ слѣдующимъ образомъ: къ санямъ привязывалась веревка, другой конецъ который находился въ рукахъ гидовъ, несущихъ ворота; они укрѣпляли воротъ на извѣстномъ разстояніи отъ саней и затѣмъ приводили его въ движеніе. Сани подвигались впередъ, и, по мѣрѣ того, какъ они приближались къ подъемной машинѣ, гиды брали продѣтый сквозь нее конецъ веревки и отправлялись дальше устанавливать второй воротъ.

Когда сани доѣзжали до перваго ворота, его снимали и укрѣпляли на дальнѣйшемъ протяженіи, и этотъ маневръ безъ перерыва продолжался на всемъ пути до вершины.

Выѣхавъ изъ Шамуни въ пятницу, 8-го сентября, мы добрались до вершины въ понедѣльникъ, 11-го, въ $2^1/_2$ ч. пополудни.

Восхожденіе было такое трудное, что нашимъ гидамъ должны были помогать и рабочіе, несшіе инструменты и провизію. Я взялъ съ собой только инструменты, нужные мнѣ для главнаго наблюденія, которое я имѣлъ въ виду, а провизію мы оставили въ Роше-Ружъ, предполагая отправиться за ней на другой день. Но погода внезапно испортилась, поднялась сильная буря, и мы въ теченіе двухъ дней сидѣли безъ пищи. Въ четвергъ, около 1 ч. дня, вѣтеръ, наконецъ, стихъ, небо прояснилось, и въ 6 ч. я присутствовалъ при поразительно прекрасномъ закатѣ солнца.

Вершина Монблана подымалась надъ цѣлымъ моремъ облаковъ, простиравшихся во всѣ стороны до самаго горизонта. Волнистая поверхность этого облачнаго моря напоминала волны океана. Массы облаковъ, кое-гдѣ возвышавшіяся надъ общимъ уровнемъ, казались отдѣльными утесами самыхъ причудливыхъ формъ. Лучи заходящаго солнца озаряли всю эту картину красноватымъ сіяніемъ и придавали ей какой-то фантастическій колоритъ.

Между тѣмъ, вслѣдствіе охлажденія атмосферы, тучи мало-по-малу стали спускаться, и изъ-подъ ихъ покрова выступили вершины горныхъ цѣпей Оберланда и Монте-Роза, образуя новые архипелаги на морѣ облаковъ; глетчеры горѣли яркимъ краснымъ пламенемъ подъ лучами заката. Наконецъ, солнце зашло, и окружающая его завѣса багровыхъ облаковъ разорвалась въ клочки, которые вскорѣ потонули въ общей массѣ облаковъ. Тогда со стороны востока поднялся холодный вѣтеръ, и на землю стали спускаться сумерки.

Никакія слова не могута передать впечатлѣнія, какое подобныя картины производятъ на человѣка, способнаго чувствовать величественную красоту природы!

На меня эта сцена произвела потрястющее впечатлѣніе; передъ глазами какъ будто вставали картины, которыя должна была представлять земля въ первые годы своего существованія, когда материки поднимались изъ безконечной глади океановъ... Я былъ такъ взволнованъ, что не могъ сдѣлать никакой замѣтки, да это было бы излишне: все происходившее неизгладимо запечатлѣлось въ моемъ мозгу.

Почему эти ощущенія были такъ живы? Почему въ теченіе 4-хъ ночей, проведенныхъ мною на вершинѣ, я испытывалъ во всемъ своемъ существѣ какое-то упоительное чувство облегченія? Почему мнѣ казалось, что я точно сбросилъ съ себя какую-то тяжесть, давившую мою мысль, которая теперь только могла съ полной свободой приступить къ разрѣшенію самыхъ трудныхъ и сложныхъ вопросовъ? Было ли такое состояніе простымъ слѣдствіемъ разрѣженнаго воздуха, царящаго на высотѣ, или же оно было вызвано дѣйствіемъ другихъ, невѣдомыхъ пока, причинъ, которыя будутъ изучены только впослѣдствіи?

На слѣдующее утро Солнце поднялось во всемъ своемъ блескѣ, и я присутствовалъ при его восходѣ, тоже исполненномъ ни съ чѣмъ несравнимаго величія. Но мнѣ удалось только нѣсколько минутъ полюбоваться имъ, потому что нужно было приступить къ наблюденіямъ, чтобы выяснить спорный вопросъ о присутствіи кислорода въ солнечной атмосферѣ.

Извѣстный американскій физикъ Дрэперъ, на основаніи спектральныхъ фотографій, высказалъ предположеніе, что кислородъ является однимъ изъ элементовъ солнечной атмосферы. Вопросъ этотъ имѣетъ чрезвычайно важное значеніе и выходитъ даже за предѣлы чистой науки.

Несмотря на то, что Солнцу еще въ теченіе многихъ вѣковъ предстоитъ выполнять свое назначеніе—распространять свѣтъ и тепло среди окружающихъ его міровъ, наука, тѣмъ не менѣе, предвидитъ, что, подъ давленіемъ неизбѣжнаго времени, свѣтозарная сила Солнца будетъ постепенно слабѣть. Если солнечная атмосфера, столь богатая водородомъ, содержитъ въ себѣ также и кислородъ, то въ періодъ описываемаго пониженія температуры неизбѣжно долженъ наступить моментъ, когда произойдетъ соединеніе этихъ двухъ газовъ, и тогда въ солнечной атмосферѣ появятся огромныя массы водяныхъ паровъ. Но мы знаемъ, что водяные пары принадлежатъ къ тѣмъ газамъ, которыя сильнѣе всего поглощаютъ лучистую теплоту. Эти пары образуютъ, слѣдоватально, своего рода экранъ, который въ чрезвычайно значительной степени уменьшитъ и безъ того слабѣющую силу солнечныхъ лучей.

На Землѣ это ужасное явленіе скоро будетъ замѣчено: температура вездѣ упадетъ, климатъ полюсовъ и экватора станетъ одинаковъ, въ жизни растеній и животныхъ произойдетъ крупный переворотъ. Правда, что, въ виду громадности нашего центральнаго свѣтила и условій его образованія, Земля, во всякомъ случаѣ, имѣетъ еще передъ собой перспективу далекаго будущаго, свободнаго отъ подобныхъ катастрофъ.

Но не слѣдуетъ забывать, что не одна Земля освѣщается Солнцемъ, что въ семьѣ планетъ есть свѣтила, неизмѣримо превосходящія Землю по своей величинѣ и эволюція которыхъ совершается сравнительно медленнѣе, такъ что для развитія на нихъ жизни имъ потребуются еще многіе и многіе періоды вѣковъ. Таковы, напримѣръ, Юпитеръ и Сатурнъ, величины которыхъ такъ значительны, и которыя, повидимому, находятся еще на первыхъ ступеняхъ своего развитія.

Такимъ образомъ, въ интересахъ будущаго всей нашей планетной системы, для насъ чрезвычайно важно знать, можетъ ли солнечная атмосфера разсчитывать на далекое будущее, т.-е. содержитъ ли она въ себѣ кислородъ, или нѣтъ?

Но какимъ образомъ можетъ быть рѣшенъ этотъ вопросъ?

Если бы мы могли перенестись на границы нашей атмосферы, туда, гдѣ она соприкасается съ пустотой небеснаго пространства, разрѣшеніе этого вопроса было бы очень легко. Мы пропустили бы черезъ спектроскопъ солнечный лучъ, и, такъ какъ специфическія видоизмѣненія, производимыя въ спектрѣ присутствіемъ кислорода, извѣстны, то при полученіи спектра вопросъ былъ бы тотчасъ же рѣшенъ.

Но подобный опытъ совершенно невыполнимъ. Дѣло въ томъ, что земная атмосфера содержитъ въ себѣ большое количество кислорода: по вѣсу онъ составляетъ пятую часть ея, и его присутствію мы обязаны всѣми проявленіями жизни на нашей планетѣ, или, во всякомъ случаѣ, огромнымъ большинствомъ ихъ.

Когда мы разлагаемъ солнечный лучъ, лучъ этотъ неизбѣжно прошелъ уже сквозь земную атмосферу и подвергся ея воздѣйствію.

Какъ раздѣлить эти два процесса? Какъ отграничить несомнѣнное дѣйствіе земной атмосферы отъ гипотетическаго дѣйствія атмосферы солнечной?

Тутъ и выступаетъ значеніе горныхъ обсерваторій. Представимъ себѣ, что мы могли бы постепенно подниматься все выше и выше въ атмосферѣ, устремивъ глаза на солнечный дискъ. Мы увидѣли бы тогда, что спектральныя полосы кислорода мало-по-малу начинаютъ блѣднѣть, по мѣрѣ того, какъ мы приближаемся къ границамъ атмосферы; и такъ какъ не всѣ эти полосы одинаковой густоты, и такъ какъ онѣ блѣднѣютъ по мѣрѣ уменьшенія ихъ преломляемости, то мы увидѣли бы, что наиболѣе слабыя полосы совсѣмъ изгладились, и общее количество полосъ уменьшилось. Если бы можно было констатировать, что это уменьшеніе густоты и количества спектральныхъ полосъ соотвѣтствуетъ уменьшенію количества кислорода на высотѣ, то можно было бы идти еще дальше и заключить, что по мѣрѣ приближенія къ границамъ атмосферы всѣ спектральныя полосы кислорода исчезнутъ изъ спектра, и что, слѣдовательно, кислородъ не входитъ въ составъ солнечной атмосферы.

Перейдемъ теперь къ наблюденію, сдѣланному на Монбланской обсерваторіи 14-го и 15-го сентября 1893 года.

Намъ удалось, дѣйствительно, констатировать, что уменьшеніе количества и ослабленіе окраски полосъ кислорода въ солнечномъ спектрѣ находится въ нѣкоторомъ соотвѣтствіи съ атмосфернымъ давленіемъ и что, слѣдовательно, полосы кислорода въ солнечномъ спектрѣ являются слѣдствіемъ присутствія кислорода въ земной атмосферѣ.

Наблюденіе это весьма тонкое; для того, чтобы произвести его, необходимо было, съ одной стороны, очень чистое небо, а съ другой—большой аппаратъ, вполнѣ защищенный отъ вѣтра и отъ всякаго посторонняго свѣта. Оба названныя условія были налицо въ Монбланской обсерваторіи, и это изслѣдованіе послужило открытіемъ научной дѣятельности обсерваторіи.

Отсутствіе кислорода въ солнечной атмосферѣ интересно не только съ точки зрѣнія будущаго развитія міровъ солнечной системы: оно раскрываетъ намъ также новую гармонію въ строеніи всей системы.

Мы знаемъ уже, что, по теоріи Фая, раскаленная поверхность Солнца защищена нѣсколькими оболочками газовъ отъ соприкосновенія съ небеснымъ пространствомъ, гдѣ царствуетъ ледяной холодъ. Среди этихъ оболочекъ или атмосферъ наибольшее значеніе въ смыслѣ защиты имѣетъ такъ-называемая «солнечная корона», которая во время полныхъ затменій такъ красиво выдѣляется на небѣ. «Корона» состоитъ, главнымъ образомъ, изъ водорода, самаго легкаго и самаго прозрачнаго изъ всѣхъ извѣстныхъ намъ газовъ; эта прозрачная оболочка обезпечиваетъ Солнцу его сіяніе (испусканіе лучей), составляющее главную функцію центральнаго свѣтила. Теперь же мы видимъ, что то тѣло, которое могло бы въ извѣстный моментъ нарушить эту функцію, было тщательно удалено изъ солнечной атмосферы.

Такимъ образомъ, наука, по мѣрѣ своего развитія, постоянно раскрываетъ намъ новые законы и гармонію въ строеніи міра. Обсерваторія на вершинѣ Монблана уже внесла свою небольшую лепту въ общее дѣло науки, но она обѣщаетъ въ будущемъ еще гораздо большіе результаты. Сооруженіе ея является какъ бы осуществленіемъ мечты многихъ знаменитыхъ ученыхъ, работавшихъ на этой вершинѣ. Послѣ памятнаго восшествія Соссюра, на Монбланѣ работлаи такіе ученые, какъ Мартэнъ, Тиндаль, Віоль и др. Но нельзя не сознаться, что работы эти были бы гораздо плодотворнѣе, если бы названные ученые могли располагать болѣе удобнымъ помѣщеніемъ. Теперь же, когда обсерваторія готова, можно надѣяться, что ничто не помѣщаетъ людямъ науки воспользоваться всѣми преимуществами этой единственной въ своемъ родѣ станціи.

Велики, какъ видимъ, затраты человѣческой энергіи, генія, труда и изобрѣтательности, употребленныя на совершенствованіе наблюденій, проникающихъ все болѣе и болѣе вглубь вселенной. Но усиленіе зрительной трубы имѣетъ свой предѣлъ, и его одного мало для всесторонняго познаванія небесныхъ тайнъ. Здѣсь на помощь телескопу пришли въ послѣднія 40 — 50 лѣтъ фотографія, астрофотометрія и спектральный анализъ, о которыхъ подробнѣе поговоримъ въ IV и сл. главахъ этихъ очерковъ. Получились новые удивительные выводы, появился новый отдѣлъ—астрофизика, дающая намъ понятіе даже о физическомъ строеніи отдаленнѣйшихъ міровъ. Но не касаясь пока этого удивительнѣйшаго отдѣла науки, невольно хочется спросить:

Къ какимъ же общимъ выводамъ и взглядамъ привели и ведутъ насъ только тѣ усовершенствованія въ силѣ, объемѣ, способахъ и методахъ наблюденій, о которыхъ дано выше хотя бы и бѣглое понятіе?

И невольно хочется дать на это нѣкоторый предварительный отвѣтъ.

Въ безпредѣльности пространства мчится наше всесозидающее Солнце. Туда, въ невообразимо отдаленныя области неба, гдѣ у края Млечнаго Пути въ созвѣздіи Лиры блистаетъ украшеніе сѣвернаго неба, звѣзда Вега, направляетъ Солнце свой стремительный бѣгъ, увлекая за собой восемь извѣстныхъ намъ большихъ планетъ съ ихъ спутниками, сотни малыхъ планетъ-астероидовъ и семью кометъ. Крошки-инфузоріи, копошащіяся на нашей маленькой Землѣ, мы, люди, не въ состояніи сразу ни постичь, ни представить всей стремительности и силы этого полета въ пространствѣ нашей солнечной системы.

При измѣреніи на нашъ обыкновенный человѣческій аршинъ, руководствуясь только нашими пятью внѣшними чувствами, мы называемъ скорымъ или «курьерскимъ» поѣздъ, пробѣгающій 60—100 километровъ въ часъ. Быстрота ружейной пули или, скажемъ, скорость въ полкилометра въ секунду, намъ представляется изумительной, почти непостижимой. Но если, какъ увидимъ, мы должны придти къ заключенію, что Солнце въ своемъ полетѣ пробѣгаетъ въ каждую секунду 17—20 километровъ, что Земля, напримѣръ, слѣдуя за нимъ по спирально-круговому пути, движется со средней быстротой почти 30 километровъ (29,7) въ секунду, то подобная скорость перемѣщенія не умѣщается въ нашемъ представленіи. Чтобы болѣе или менѣе вѣрно судить о грандіозности развертывающейся при этомъ картины міроздапія, мы должны призвать на помощь разсуждающій разумъ, прибѣгнуть къ разнаго рода сопоставленіямъ и описаніямъ.

Итакъ, съ каждымъ ударомъ секунднаго маятника часовъ Солнце, а слѣдовательно и мы, приближаемся на 17—20 километровъ къ созвѣздію Лиры. «Съ каждымъ прожитымъ днемъ,—пишетъ проф. С. Ньюкомъ,—мы ближе къ нему почти, а, можетъ быть, и совсѣмъ на полтора милліона километровъ. Съ каждой фразой, которую мы произносимъ, съ каждымъ шагомъ, который мы дѣлаемъ по улицѣ, мы приближаемся къ этимъ свѣтиламъ на цѣлые километры. Мы приблизились къ ней на десятки тысячъ километровъ, пока авторъ набрасывалъ эти строки, читателя приблизило къ ней на тысячи километровъ, пока онъ пробѣгалъ ихъ. Такъ это шло всю человѣческую исторію, и, какъ мы имѣемъ основаніе думать, такъ оно будетъ продолжаться до самаго далекаго нашего потомства»...

Чтобы еще ближе подойти къ современному научному пониманію положенія вселенной, сообщимъ слѣдующее. Хотя и немногія, но все же цѣлыя тысячелѣтія протекли съ тѣхъ поръ, какъ люди живутъ сознательной и преемственно передаваемой мыслью, — съ тѣхъ поръ, когда впервые были отмѣчены съ достаточной точностью положенія главнѣйшихъ такъ называемыхъ «неподвижныхъ» звѣздъ на видимомъ сводѣ небесномъ. Казалось бы, что десятки вѣковъ неустаннаго стремительнаго бѣга всей нашей солнечной системы по направленію къ созвѣздію Лиры, это ежесуточное приближеніе къ ней на полтораста милліоновъ километровъ должно внести нѣкоторое измѣненіе въ видимое расположеніе звѣздъ.

Представляющіяся издали плотной и непроницаемой стѣной деревья дремучаго лѣса при приближеніи раздвигаются и даютъ дорогу путнику. Такъ должно быть и при нашемъ стремительномъ полетѣ въ пространствѣ. Звѣзды въ той части неба, куда мы приближаемся, въ частности—въ созвѣздіяхъ Лиры и сосѣдняго съ ней Геркулеса, должны раздвигаться, а звѣзды, отъ которыхъ мы удаляемся, должны смыкаться, скучиваться. Такъ оно и есть на самомъ дѣлѣ, но, чтобы убѣдиться въ этомъ, недостаточно обыкновенныхъ человѣческихъ наблюденій, ощущеній и чувствъ.

Пусть, допустимъ, сто лѣтъ проживетъ человѣкъ, пролетая *ежедневно* вмѣстѣ съ Землей въ пространствѣ по 150 милліоновъ километровъ. За свою долгую, по нашимъ понятіямъ, жизнь онъ пролетитъ превышающій всякое человѣческое представленіе огромный путь. Но на склонѣ дней своихъ, при самой изощренной наблюдательности, онъ будетъ видѣть сводъ небесный съ его сіяющими звѣздами такимъ же *неизмѣннымъ*, торжественнымъ и чуднымъ, какъ въ тотъ день, когда на зарѣ своей жизни онъ впервые устремилъ на небо свой младенчески ясный взоръ. Мало того. Если бы знаменитѣйшихъ астрономовъ древности Гиппарха и Птоломея, составлявшихъ точныя записи положенія звѣздъ, пробудить отъ ихъ почти двухтысячелѣтняго сна и попросить взглянуть на небо, то они не нашли бы никакихъ измѣненій въ видимомъ расположеніи звѣздъ и созвѣздій.

Сказанное достаточно можетъ убѣдить каждаго въ безпредѣльной грандіозности міроздания. Самыя головокружительныя по земнымъ понятіямъ скорости и пространства здѣсь оказываются ничтожными. Никакіе обыкновенные человѣческіе масштабы и мѣрки здѣсь неприложимы. Вѣка и тысячелѣтія проходятъ во мгновеніе ока; пути свѣта, пробѣгающаго 300 тысячъ километровъ въ секунду, исчисляются годами. Но завоеванія современной научной мысли на этомъ не заканчиваются. Развертывающаяся картина еще поразительнѣе.

Вѣка и тысячелѣтія стремительнаго движенія въ пространствѣ солнечной системы проходятъ незамѣтно. Но вѣдь это не предѣлъ и не конецъ временъ. Пройдетъ, скажемъ, полмилліона, милліонъ или даже много милліоновъ лѣтъ, но Солнце достигнетъ, — оно должно достичь той области небеснаго пространства, гдѣ нынѣ сіяетъ Вега, и однако...

Солнце никогда не достигнетъ Веги! Съ такою же, какъ у Солнца, быстротой, а, можетъ, и бо̀льшей, эта звѣзда, какъ и другія свѣтила созвѣздія Лиры, уносится отъ настоящаго своего положенія въ невѣдомое пространство. Всѣ видимыя простымъ глазомъ «неподвижныя» звѣзды и такія же въ безчисленномъ количествѣ звѣзды, наблюдаемыя въ телескопы,—всѣ онѣ неустанно движутся въ безпредѣльности пространства по различнымъ направленіямъ съ самыми разнообразными скоростями. Скорость движенія въ пространствѣ нашего Солнца (около двадцати километровъ въ секунду) только приближается къ общей средней скорости движенія звѣздъ. Собственныя движенія этихъ свѣтилъ въ семьдесятъ километровъ въ секунду весьма часты, а есть и такія звѣзды, ежесекундная скорость которыхъ достигаетъ или даже превышаетъ 300 километровъ въ секунду. Къ числу такихъ обладающихъ невобразимо быстрымъ движеніемъ звѣздъ принадлежитъ между прочимъ яркій Арктуръ, звѣзда первой величины въ созвѣздіи Волопаса (или Пастуха). Вы легко найдете на небѣ эту звѣзду. Для этого стоитъ только мысленно провести прямую линію черезъ двѣ послѣднія звѣзды хвоста созвѣздія Большой Медвѣдицы и продолжить эту линію по видимому своду небесному въ сторону хвоста. Первая яркая первой величины звѣзда и будетъ Арктуръ.

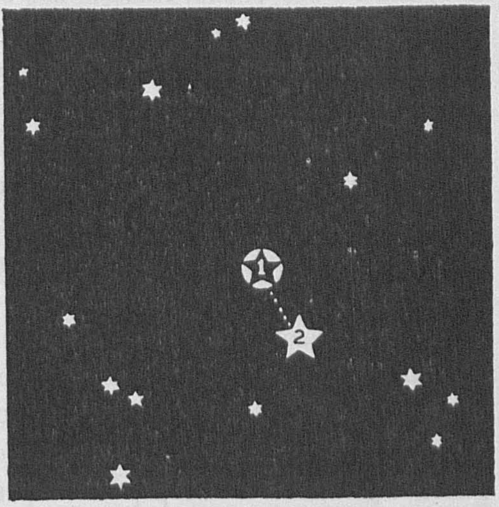


Рис. 66. Обладающая весьма быстрымъ собственнымъ движеніемъ звѣзда Арктуръ въ созвѣздіи Волопаса. Половина разстоянія между звѣздами (1) и (2) представляетъ видимое перемѣщеніе Арктура среди звѣздъ въ теченіе 4000 лѣтъ.

Вотъ относительно этой послѣдней звѣзды можно замѣтить, что если бы возсталъ изъ гроба библейскій многострадальный Іовъ, жившій тысячи четыре лѣтъ тому назадъ, и если бы онъ въ свое время весьма точно слѣдилъ за положеніемъ звѣздъ, то въ положеніи Арктура теперь онъ нашелъ бы нѣкоторую разницу. Онъ замѣтилъ бы, пожалуй, что Арктуръ сдвинулся приблизительно на половину того разстоянія, которое для звѣздъ, отмѣченныхъ цифрами 1 и 2 на рис. 66-мъ, здѣсь обозначено пунктиромъ. Разсматривая подобное перемѣщеніе, читатель легко убѣдится, что необходимо очень и очень хорошо знать небо, чтобы простымъ глазомъ замѣтить подобное передвиженіе звѣзды, *особенно* если растянуть его на промежутокъ въ четыре тысячи лѣтъ. И все-таки Арктуръ обладаетъ собственнымъ движеніемъ въ пространствѣ со скоростью въ 300—450 километровъ въ секунду. Подобными же, хотя вообще меньшей скорости, движеніями обладаютъ, какъ мы уже упомянули, всѣ звѣзды небосвода, а потому видъ неба съ теченіемъ временъ непрерывно измѣняется. Всѣмъ знакомое семизвѣздіе Большой Медвѣдицы на нашемъ сѣверномъ небѣ, имѣющее теперь видъ черпака съ ручкой, пятьдесятъ тысячъ лѣтъ тому назадъ имѣло совершенно иной видъ. Черезъ пятьдесятъ тысячъ лѣтъ внѣшній видъ его опять измѣнится до неузнаваемости (см. рис. 67). Каждая звѣзда есть солнце или цѣлая система солнцъ, подобныхъ нашему, бо́льшихъ или меньшихъ—все равно. Каждое изъ этихъ солнцъ,—можно смѣло предполагать это,—имѣетъ цѣлую систему своихъ міровъ. И всѣ эти миріады могучихъ солнцъ съ миріадами миріадъ окружающихъ ихъ тѣлъ мчались, мчатся и будутъ мчаться въ пространствѣ къ невѣдомымъ намъ цѣлямъ. Когда началось это изумительное путешествіе и когда придетъ ему конецъ—мы не знаемъ, да врядъ ли когда-либо суждено человѣку это узнать. Во всякомъ случаѣ пока мы должны ограничиться фактомъ, что всѣ тѣла, всѣ вещества, составляющія такъ называемую вселенную, находятся въ состояніи вѣчнаго и непрерывнаго движенія. Размѣры и свойства этого движенія таковы, что мы должны придти къ заключенію о непостижимой громадности мірозданія или даже о его безконечности. И если въ противоположность покою—смерти поставить движеніе, какъ жизнь, то можно, пожалуй, сказать, что въ безконечности пространства непрерывно трепещетъ и бьется безконечная по времени и по разнообразію своихъ проявленій жизнь. Все измѣняется во времени и принимаетъ новыя формы.

Подобный взглядъ на строеніе вселенной есть послѣднее завоеваніе человѣческаго разума. Понадобились тысячелѣтія упорной и настойчивой работы человѣческой мысли, надо было довести технику и совершенство наблюденій до того, чтобы отъ вычисленій и расчетовъ не ускользали величины не большія толщины волоска, наблюдаемаго на полуверстѣ разстоянія, понадобилось найти и примѣнить новый языкъ вселенной—спектральный анализъ, призвать на помощь фотографію—все для того, чтобы достигнуть подобнаго пониманія окружающаго насъ міра и убѣдиться въ его правильности. Трудно сразу убѣдиться въ этомъ взглядѣ и достигнуть надлежащаго пониманія вещей человѣку и теперь. Взглядъ на измѣнчивость окружающаго насъ неба слишкомъ противорѣчитъ всей доступной нашимъ непосредственнымъ чувствамъ видимости.

Какъ символъ вѣчности и неизмѣняемости, древніе прикрѣпили всѣ небесныя звѣзды къ хрустальной сферѣ, равномѣрно вращающейся вокругъ неподвижной, по ихъ разумѣнію, Земли. Въ теченіе сутокъ совершалъ свой полный поворотъ этотъ хрустальный шаръ, а вмѣстѣ съ нимъ обѣгали въ то же время Землю прикрѣпленныя къ нему звѣзды. О собственномъ свободномъ движеніи миріадовъ свѣтилъ, объ измѣненіи ихъ относительно положенія не могло быть и рѣчи. Положимъ, что среди этихъ неподвижно укрѣпленныхъ на хрустальномъ сводѣ свѣтилъ «блуждали» и описывали свои загадочныя «петли» еще нѣсколько свѣтилъ — планетъ. Но и каждую изъ нихъ тоже прикрѣпили къ хрустальной сферѣ съ соотвѣтствующими — эпициклами, а видоизмѣненія и разнообразіе ихъ взаимныхъ положеній, появленіе и исчезновеніе ставили обыкновенно въ связь съ различными событіями, случающимися на Землѣ. Ибо все, что надъ нами и подъ нами, по бокамъ и вокругъ было сотворено для Земли, а Земля была создана и покоилась въ вѣчной неподвижности во славу и на пользу человѣка, ея повелителя, обладателя и «царя».

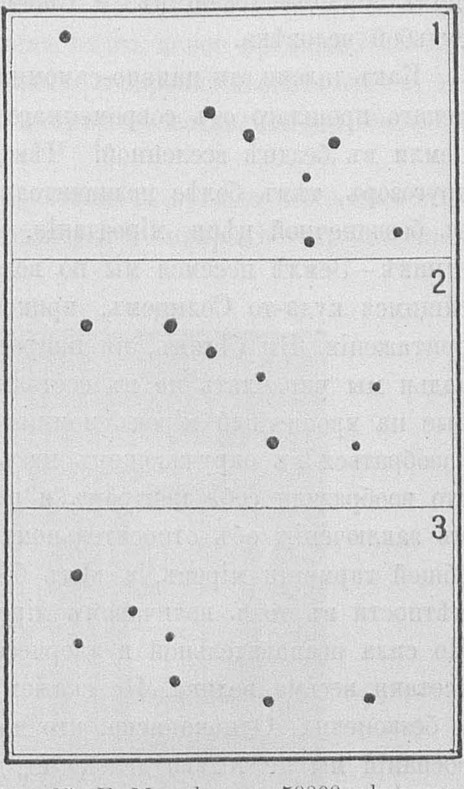


Рис. 67. Б. Медвѣдица 50000 лѣтъ назадъ (1), теперь (2) и черезъ 50000 лѣтъ (3).

Все для него и ничто безъ него! Мелькнетъ ли свѣтлой нитью вверху падающая звѣздочка—это значитъ, что человѣкъ умеръ, или—по «научному объясненію» — пролетѣлъ осколочекъ звѣзды, оторвавшійся отъ хрустальной тверди, или еще что-либо въ этомъ родѣ... Пролетитъ ли метеоритъ, оставляя за собой лучезарный слѣдъ-хвостъ, — это значитъ огненный «змѣй» несется къ кому либо на землѣ. А если «вдругъ» и неизвѣстно откуда на торжественно молчаливомъ и неизмѣнномъ небосводѣ появилось удивительнѣйшей формы огромное свѣтило, напоминавшее людямъ то мечъ, то копье, то метлу, то вѣеръ, то еще что иное, то бѣдному и испуганному, но вмѣстѣ и самомнящему человѣчеству оно представлялось, конечно, не иначе, какъ знаменіемъ.

«Въ си же времена бысть знаменіе на западѣ,—пишетъ нашъ лѣтописецъ Несторъ о 1066 годѣ,—звѣзда превелика, лучѣ имущи, аки кровавы, восходящи съ вечера по заходѣ солнечнѣмъ, и пребысть за семь днiй».

«Явися звѣзда хвостата копiйнымъ образомъ,—пишетъ другой монахъ-лѣтописецъ,—а сiя знаменiя бываютъ не на добро, а на зло — гладъ, моръ, кровопролитiе, смерть царямъ предвѣщаютъ».

Такъ крошечные люди на маленькой Землѣ связывали небесное съ земнымъ, а роль Зиждителя и Творца безконечной вселенной сводили къ роли хлопотуна-хозяина, неустанно пекущагося о своемъ небольшомъ земномъ хозяйствѣ, а главное — чрезвычайно интересующагося судьбой человѣка.

Какъ далеки эти наивно-самомнительные взгляды сравнительно недалекаго прошлаго отъ современнаго пониманiя положенiя человѣка и Земли въ безднѣ вселенной! Чѣмъ болѣе расширяется человѣческiй кругозоръ, тѣмъ болѣе незначительное мѣсто отводитъ себѣ человѣкъ въ безконечной цѣпи мiрозданiя. На утломъ, еле замѣтномъ суденышкѣ—Землѣ несемся мы по волнамъ безконечности вслѣдъ за уносящимся куда-то Солнцемъ, прикованные къ нему стальной цѣпью притяженiя. Ни бѣгомъ, ни направленiемъ, ни скоростью нашей утлой ладьи мы управлять не въ состоянiи. Жалкiе пассажиры, заброшенные на крошечный мiрокъ помимо своей воли и желанiя, мы стремимся разобраться въ окружающемъ насъ пространствѣ; и начавъ съ того, что вообразили себя центромъ и вѣнцомъ мiрозданiя, приходимъ нынѣ къ заключенiю объ относительномъ ничтожествѣ нашей планетки въ общей гармонiи мiровъ, а тѣмъ болѣе о собственной малости и незамѣтности въ томъ величавомъ мiровомъ процессѣ, имя которому жизнь. Но сила познавательной и творческой способности человѣческой мысли всетаки весьма велика. Не скажемъ гордо, что эта сила безпредѣльна и безконечна. Однако ясно, что до границъ нашихъ умственныхъ завоеванiй мы не только далеко не дошли, но и не можемъ указать предѣловъ предстоящихъ еще завоеванiй. И величiе человѣческаго духа, быть можетъ, ни въ чемъ такъ не проявилось, какъ въ томъ безпристрастномъ самосознанiи, съ которымъ онъ отводитъ надлежащее скромное мѣсто въ мiрѣ матери-Землѣ и обитающему на ней человѣку. Если говорить о чудесахъ и знаменiяхъ, то для мыслящаго разума существуетъ, быть можетъ, одно единственное чудо — это вселенная въ ея цѣломъ и вмѣстѣ безграничномъ объемѣ. Но внутри этой вселенной нѣтъ ни чудесъ, ни знаменiй,—все это движется и живетъ по своимъ опредѣленнымъ законамъ, которымъ нѣтъ дѣла ни до человѣка, ни до его носительницы Земли. Человѣкъ самъ по себѣ великъ и значителенъ лишь постольку, поскольку онъ можетъ проникнуть въ эти законы, сообразовать съ ними собственныя понятiя и всю свою человѣческую жизнь.

Но всѣ его усовершенствованія въ силѣ, объемѣ, способахъ и методахъ наблюденій ведутъ пока къ одному выводу: мы не въ силахъ дойти до границы вселенной, мы не можемъ измѣрить глубины звѣзднаго слоя. Чѣмъ могущественнѣе становятся наши средства проникновенія въ глубины пространства, тѣмъ больше открывается въ немъ вещества и жизни. Все существующее во вселенной находится въ постоянномъ движеніи, и эта заполненная вѣчно движущимися мірами вселенная... безконечна!

Нечего пока и мечтать о томъ, чтобы мы могли обнять міръ до его послѣднихъ предѣловъ, что мы сможемъ имѣть ясное представленіе объ устройствѣ *цѣлаго*. Но развѣ это можетъ воспрепятствовать намъ достигнуть въ познаніи объ устройствѣ и природѣ вселенной *возможнаго*? Конечно нѣтъ!

Итакъ, постараемся теперь въ дальнѣйшемъ прежде всего дать себѣ отчетъ, что извѣстно о строеніи и физической природѣ окружающаго насъ звѣзднаго міра.

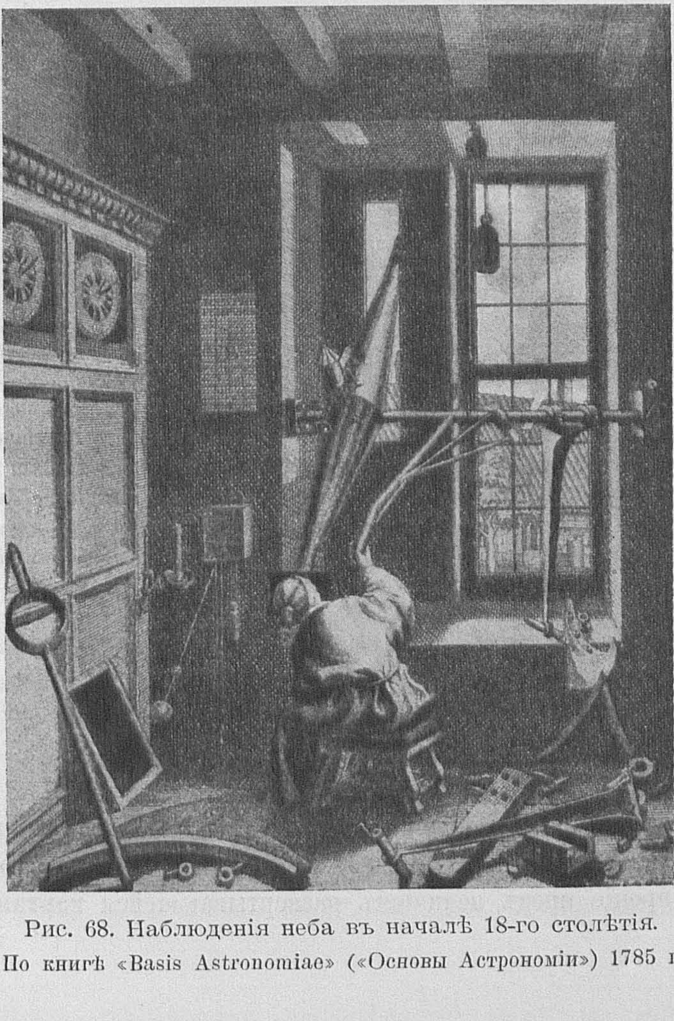


Рис. 68. Наблюденія неба въ началѣ 18-го столѣтія.
По книгѣ «Basis Astronomiae» («Основы Астрономіи») 1785 г.

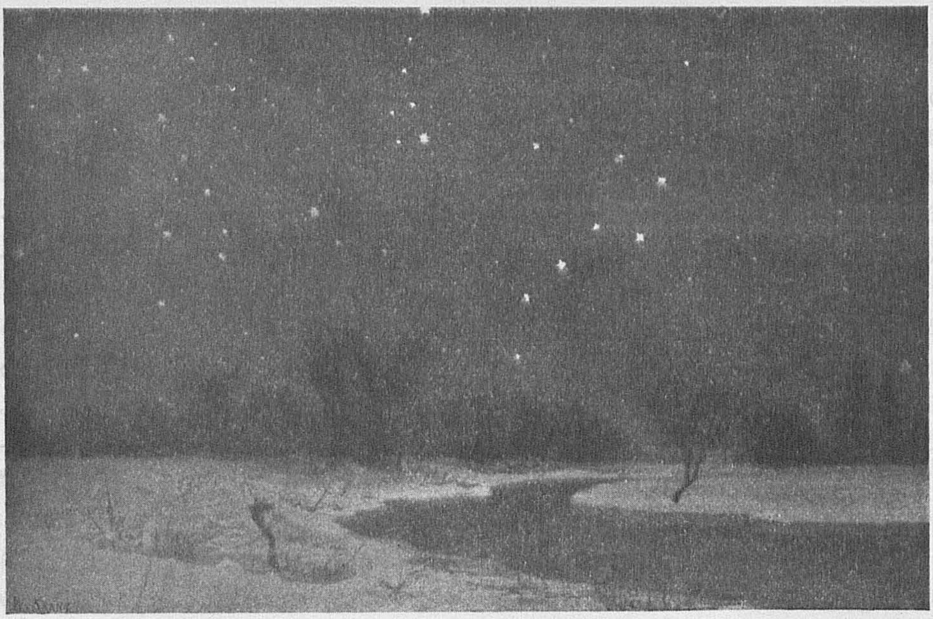


Рис. 69. Сѣверное звѣздное небо съ Большой и Малой Медвѣдицами (Полярная Звѣзда вверху почти посрединѣ у самаго края рисунка).

По картинѣ Кранца.

О строеніи и природѣ вселенной.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

Общее знакомство съ звѣзднымъ небомъ посредствомъ невооруженнаго глаза. — Дѣленіе неба въ древности. — О видимомъ суточномъ движеніи звѣзды. — Величины и классы яркости звѣздъ. — Первоначальное знакомство съ нѣкоторыми созвѣздіями и звѣздами: Большая и Малая Медвѣдицы, Полярная Звѣзда, Кассіопея, Пегасъ Андромеда, Персей съ Альголемъ, Арктуръ въ созвѣздіи Волопаса, созвѣздіе Оріона съ его главнѣйшими звѣздами, Сиріусъ, Альдебаранъ въ созвѣздіе Тельца и др. — Кругъ Звѣрей, или Зодіакъ. — Наклоненіе эклиптики къ экватору. — Равноденствія и Солнцестоянія. — Предвареніе равноденствій. — Перечисленіе созвѣздій. — Современное обозначеніе звѣздъ. — Самыя яркія звѣзды. — О числѣ звѣздъ. — О разстояніяхъ звѣздъ. — Свѣтовой годъ. — Годичный параллаксъ звѣзды. — Бессель. — Параллаксъ 61 Лебедя. — Общія соображенія о разстояніяхъ звѣздъ. — Свѣтоизлученія звѣздъ и сравненіе ихъ съ Солнцемъ. — Цвѣтныя, періодическія и двойныя звѣзды. — Звѣздныя скопленія и туманности. — Млечный путь. — Туманности Андромеды, Оріона и др.

Начнемъ съ общаго знакомства съ звѣзднымъ небомъ. Звѣздная книга ясна и доступна взору каждаго. Нѣсколько тихихъ, похожихъ ночей, нѣсколько часовъ молчаливаго созерцанія, проливающаго въ душу отраду и смиреніе предъ величіемъ развертывающейся картины,—и вы разберетесь въ начаткахъ этой книги, можете запомнить хотя нѣсколько заглавныхъ ея буквъ. Видъ неба надъ горизонтомъ въ данное время года, сочетаніе и взаимное расположеніе сначала самыхъ блестящихъ, а затѣмъ и менѣе яркихъ звѣздъ быстро и неизгладимо запечатлѣваются въ памяти, — и навсегда. Жителю юга, заброшенному на далекій, туманный сѣверъ, всегда вспоминается его родное небо и «родныя звѣзды».

— Какое чудное и бездонное небо, какія яркія звѣзды!—восклицаетъ сѣверянинъ, попавъ на югъ и утопая въ нѣгѣ, роскоши и тьмѣ безлунной южной ночи. А все же нѣтъ-нѣтъ—да и вздохнетъ онъ по своему сѣверному бѣлесовато-бирюзовому нѣжному небу, по тѣмъ родимымъ звѣздочкамъ, которыя какъ-то иначе выглядятъ здѣсь, на этомъ новомъ небосводѣ.

Рис. 70. Звѣздное небо на экваторѣ.—Въ серединѣ созвѣздіе Оріона.
По картинѣ Кранца.

Интересоваться наукой о небѣ и не смотрѣть на небо, не пользоваться всякой свободной минутой, чтобы наблюдать и изучать небо — это противорѣчіе, котораго ничѣмъ не объяснить. Не всякому доступенъ хорошій бинокль или хотя небольшая подзорная труба, а тѣмъ болѣе трудна возможность наблюдать въ хорошій рефракторъ или рефлекторъ, бывать въ обсерваторіи. Но этого на первыхъ порахъ даже не нужно. Слѣдуетъ сначала вполнѣ овладѣть тѣмъ матеріаломъ, который доступенъ невооруженному глазу, и только затѣмъ стараться идти дальше. Чтобы двинуть что-либо, необходима точка опоры. Эту точку опоры надо искать въ собственномъ наблюденіи и знакомствѣ съ звѣзднымъ небомъ посредствомъ невооруженнаго глаза. Раньше чѣмъ браться за трубу, или какой бы то не было астрономическій приборъ, необходимо знать, что наблюдаешь и во что наблюдаешь. Иначе наблюденіе въ самый совершенный и сильный телескопъ можетъ обратиться въ простое «глазѣніе», дающее поводъ къ недоразумѣніямъ часто забавнымъ, а еще чаще досаднымъ для истиннаго любителя астрономіи или человѣка науки, присутствующаго при подобнаго рода «глазѣніи» публики въ телескопы.

— Вы говорите, что телескопъ увеличиваетъ въ 300 разъ. Почему же я не вижу Луны въ триста разъ большей, чѣмъ вижу ее простымъ глазомъ? — спрашиваетъ иногда «наблюдатель», прикладывающій первый разъ глазъ къ окуляру телескопа. И онъ даже недоволенъ, разочарованъ... А между тѣмъ во всѣхъ другихъ отношеніяхъ это, что называется, вполнѣ просвѣщенный человѣкъ.

Наблюдая простымъ глазомъ видимое движеніе звѣздъ на сферѣ небесной и изучая ихъ взаимное расположеніе, необходимо для начала запомнить существующія названія самыхъ блестящихъ или чѣмъ либо замѣчательныхъ звѣздъ, а также названія и взаимное расположеніе всѣхъ тѣхъ участковъ, на которые для удобства наблюденій раздѣлена нынѣ небесная сфера. Группа звѣздъ, находящаяся въ каждой такой части неба, носитъ названіе *созвѣздія*.

Дѣленіе неба на созвѣздія началось еще въ глубочайшей древности. Указанія на такое дѣленіе имѣются въ египетскихъ папирусахъ, въ китайскихъ лѣтописяхъ, въ ассирійскихъ надписяхъ, въ Библіи, въ поэмахъ Гомера и т. д. Въ этихъ памятникахъ древнѣйшихъ культуръ встрѣчаются названія самыхъ блестящихъ звѣздъ и самыхъ выдающихся созвѣздій. Такое размежеваніе неба создавалось постепенно, и на облегающемъ Землю небосводѣ каждый культурный народъ оставлялъ свой болѣе или менѣе замѣтный слѣдъ. Впрочемъ, древними было сравнительно хорошо изучено только небо, видимое надъ горизонтомъ сѣвернаго полушарія Земли. Созвѣздія южнаго неба получили свои названія и границы позднѣе.

Греки, а за ними и римляне, населили видимое небо полубогами, героями, героинями, звѣрями и чудовищами своихъ поэтическихъ легендъ и сказаній. Любители классической древности при обозрѣніи созвѣздій небосвода имѣютъ прекрасный случай освѣжить свои миѳологическія познанія, а художникамъ добраго стараго времени представлялся прекрасный случай украшать небесную сферу самыми причудливыми фигурами. Названія созвѣздій, извѣстныхъ подъ общимъ именемъ *Знаковъ Зодіака*, носятъ символическій характеръ. Что касается до созвѣздій, введенныхъ въ новѣйшее время и особенно созвѣздій южнаго полушарія, то данныя имъ имена совершенно случайны. Названія отдѣльныхъ звѣздъ перешли къ намъ преимущественно отъ арабовъ, но есть и болѣе древнія—греческія и римскія названія. Впрочемъ, какъ скоро увидимъ, въ настоящее время практикуется иной болѣе общій способъ обозначенія отдѣльныхъ звѣздъ.

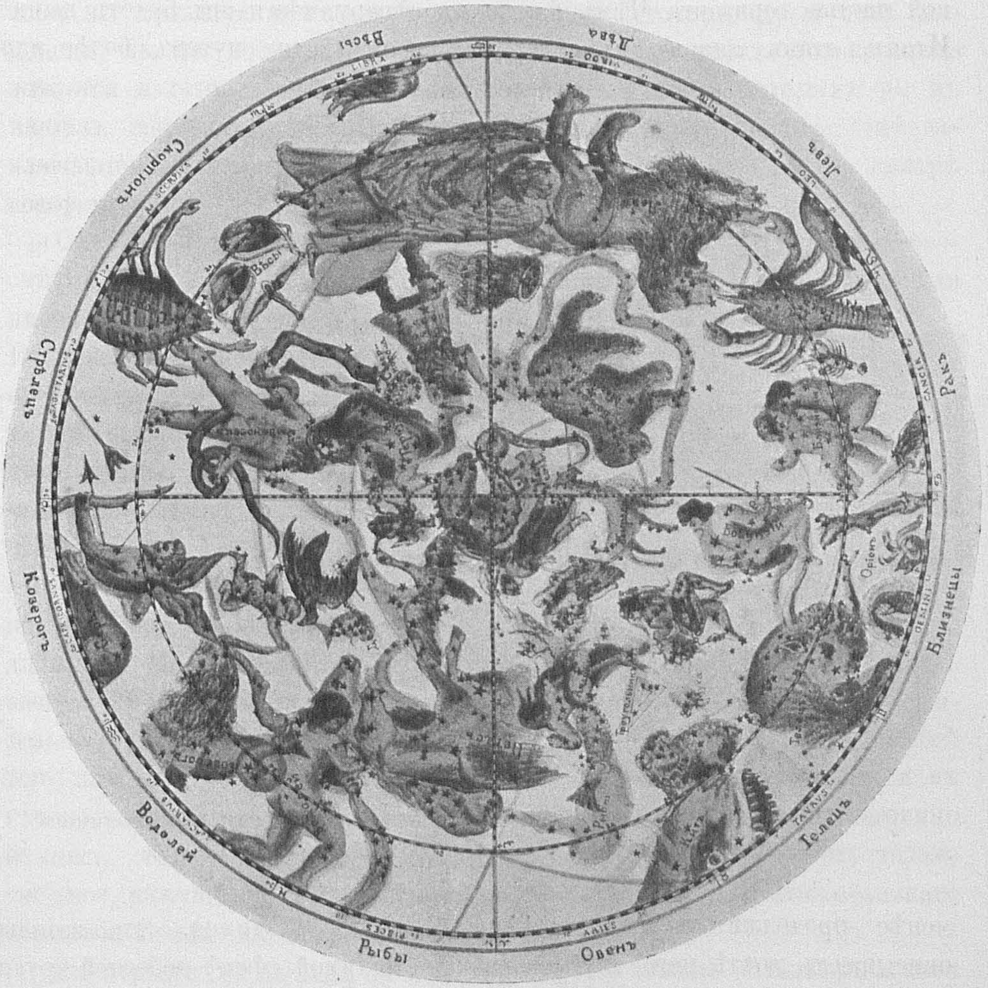

Вѣсы
Дѣва
Левъ
Ракъ
Близнецы
Телецъ
Овенъ
Рыбы
Водолей
Козерогъ
Стрѣлецъ
Скорпіонъ
Вѣсы

Рис. 71. Созвѣздія сѣвернаго неба.

Мы уже знаемъ, что вслѣдствіе суточнаго вращенія Земли звѣзды имѣютъ видимое движеніе на сферѣ небесной. Они описываютъ на ней круги, центрами которыхъ служатъ полюсы міра. Разберемся въ этомъ видимомъ движеніи звѣздъ нѣсколько подробнѣе.

Проведемъ плоскость горизонта мѣста наблюденія. Она пересѣчетъ небосводъ по кругу HR (см. рис. 72). Надъ нами будетъ зенитъ мѣста наблюденія, а въ противоположной (невидимой нами) сторонѣ сферы небесной будетъ надиръ. Сѣверный полюсъ міра пусть будетъ въ P, а южный (невидимый нами) въ Q. Надъ плоскостью горизонта HR находится видимое нами полушаріе неба, а подъ этой плоскостью невидимое. Допустимъ, что мы нашли сѣверный полюсъ міра, и стали къ нему лицомъ. Въ среднихъ широтахъ нашего сѣвернаго полушарія оно будетъ лежать приблизительно посрединѣ между зенитомъ и сѣверной частью горизонта. Чѣмъ ближе къ сѣверу, тѣмъ онъ будетъ выше. Итакъ, ставъ лицомъ къ сѣверному полюсу, мы путемъ болѣе или менѣе продолжительныхъ наблюденій скоро убѣдимся, что звѣзды описываютъ возлѣ него, какъ центра, на видимой сферѣ небесной круги въ направленіи, противоположномъ движенію стрѣлки на часахъ, т. е. отъ востока къ западу. Эти круги, небольшіе для звѣздъ близкихъ къ полюсу, увеличиваются все болѣе и болѣе по мѣрѣ удаленія отъ него. Наконецъ, найдется такая звѣзда, которая опишетъ вокругъ полюса такой кругъ, что, поднявшись надъ полюсомъ въ K, опустится потомъ такъ, что коснется горизонта въ точкѣ R и снова начнетъ подыматься надъ горизонтомъ. Если взять теперь звѣзду, лежащую за этимъ кругомъ KR дальше отъ полюса, по направленію къ небесному экватору,

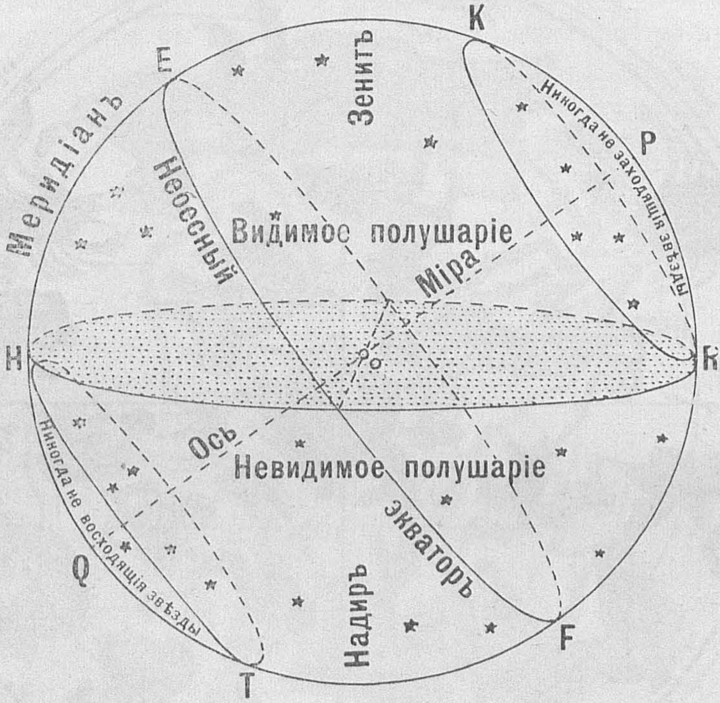

K
E
Зенитъ
Меридіанъ
Небесный
Видимое полушаріе
Міра
Никогда не заходящія звѣзды
P
H
R
Ось
Невидимое полушаріе
экваторъ
Никогда не восходящія звѣзды
Q
Надиръ
F
T

Рис. 72. Горизонтъ мѣста. Круги постоянной видимости и постоянной невидимости звѣздъ. Восходящія и заходящія звѣзды.

то очевидно, что части ея кругового пути по небосводу видѣть уже нельзя,—часть пути она свершитъ подъ горизонтомъ. Звѣзда эта будетъ *восходить* на востокѣ и *заходить* на западѣ.

Кругъ KR (см. рис. 72) есть *кругъ постоянной видимасти* звѣздъ для даннаго горизонта. Всѣ звѣзды, лежащія вокругъ полюса и внутри этого круга, никогда не заходятъ за горизонтъ даннаго мѣста. Звѣзды далѣе къ югу восходятъ и заходятъ, совершая надъ горизонтомъ все меньшую и меньшую часть своего суточнаго пути, пока, наконецъ, мы не дойдемъ до такой точки юга, гдѣ звѣзда только показывается и тотчасъ исчезаетъ. Далѣе пойдутъ звѣзды, которыхъ мы въ нашихъ среднихъ сѣверныхъ широтахъ никогда не видимъ. Онѣ заключаются въ предѣлахъ *круга постоянной невидимости*, въ центрѣ котораго находится противоположный нашему южный полюсъ міра.

Само собой разумѣется, что необходимы цѣлыя сутки, чтобы прослѣдить за полнымъ круговымъ путемъ какой-либо незаходящей для нашего горизонта звѣзды. Въ теченіе же ночи невооруженнымъ глазомъ мы можемъ видѣть только часть этого круга. Далѣе звѣзды «гаснутъ» въ свѣтѣ наступающаго дня. Тѣмъ не менѣе они продолжаютъ, конечно, свое дальнѣйшее движеніе. Не сомнѣвайтесь въ этомъ, потому что съ наступленіемъ вечера въ извѣстный часъ назавтра вы найдете вашу звѣзду обязательно опять на томъ же мѣстѣ, гдѣ вы видѣли ее вчера. Кромѣ того звѣзды днемъ можно наблюдать въ телескопы и убѣждаться въ ихъ постоянномъ движеніи непосредственно. Необходимо также постоянно помнить, что наблюдаемое движеніе звѣздъ на небосводѣ есть только *видимое*, кажущееся и что зависитъ оно отъ *дѣйствительнаго* суточнаго вращенія Земли около своей оси.

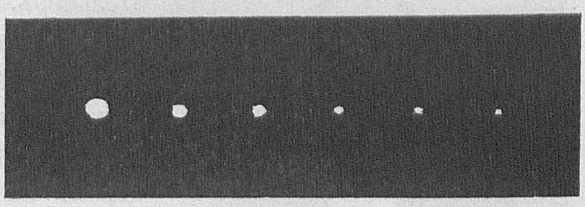


Рис. 73. Сравнительная величина звѣздъ первыхъ 6-ти величинъ.

Съ перваго же взгляда на небо видимъ, что звѣзды обладаютъ весьма различной яркостью, или, какъ говорятъ въ астрономіи, существуютъ звѣзды различной величины. Самыя яркія звѣзды небосвода называются звѣздами *первой величины*, затѣмъ слѣдуютъ звѣзды *второй, третьей* и т. д. величины. Невооруженнымъ глазомъ при чистомъ и спокойномъ небѣ и при нормальномъ зрѣніи мы различаемъ только звѣзды до 6-й или при очень остромъ зрѣніи до 7-й величины. Далѣе слѣдуютъ уже *телескопическія* звѣзды, т. е. видимыя только въ зрительныя трубы.

Не всегда легко заключить, къ какому классу по величинѣ отнести ту или другую звѣзду, но въ общемъ принимается, что звѣзда высшей величины даетъ въ $2^1/_2$ (точнѣе въ 2,52) раза болѣе свѣта, чѣмъ звѣзда слѣдующей за ней низшей величины. За единицу сравненія обыкновенно принимается яркость *Веги*, главной звѣзды въ созвѣздіи Лиры (α Lyrae). При такихъ условіяхъ оказывается, что самая яркая звѣзда всего неба есть *Сиріусъ* въ созвѣздіи Бо̀льшаго Пса (α Canis Maioris). Яркость его по сравненію съ Вегой, принимаемой за 1, выражается числомъ 4,28.

Классы яркости и величины звѣздъ началъ первый оцѣнивать численно на глазъ астрономъ Аргеландеръ. Вслѣдъ за нимъ позднѣе величины звѣздъ начали опредѣлять путемъ точныхъ *фотометрическихъ* измѣреній съ помощью спеціальныхъ приборовъ (фотометровъ, т. е. свѣтоизмѣрителей). Такими измѣреніями прославился въ особенности астрономъ Цельнеръ. Слѣдуетъ замѣтить кстати, что измѣренія, произведенныя Цельнеромъ съ помощью приборовъ, подтвердили изумительную точность оцѣнки величинъ звѣздъ, произведенную Аргеландеромъ на глазъ. Вотъ одно изъ доказательствъ того, насколько могутъ быть цѣнны наблюденія простымъ глазомъ, если пріобрѣсти въ этомъ дѣлѣ навыкъ и сноровку.

Рис. 74. Ф. В. Аргеландеръ.

Сдѣлаемъ первый шагъ на пути знакомства съ созвѣздіями. На нашемъ сѣверномъ небѣ такое ознакомленіе лучше всего начинать съ созвѣздія *Большой Медвѣдицы*, лежащей въ кругѣ постоянной видимости звѣздъ нашего горизонта, т. е. никогда не заходящей въ нашихъ широтахъ. Быть можетъ, вамъ уже знакомо это созвѣздіе, читатель?

Мало кому незнакомо это величественное и прекрасное созвѣздіе нашего неба. Если же вы еще не знаете его и никто не сможетъ вамъ его указать, то созвѣздіе это все же не трудно найти, руководствуясь прилагаемыми рисунками и разъясненіями (см. рис. 75 и выше рис. 69).

Семь главныхъ звѣздъ Большой Медвѣдицы—всѣ 2-й величины и составляютъ очень характерную группу—нѣчто въ родѣ ковша или кастрюли съ ручкой. Эта «ручка», состоящая изъ трехъ яркихъ звѣздъ, составляетъ «хвостъ» Большой Медвѣдицы. Замѣтьте теперь яркія звѣзды, составляющія четырехугольникъ Большой Медвѣдицы. Крайнія изъ нихъ, противоположныя «хвосту», отстоять другъ отъ друга на небосводѣ приблизительно на $5^{1}/_{2}$ градусовъ и отмѣчены на рисункѣ греческими буквами α и β *(альфой и бетой)*. Эти звѣзды назовемъ «указателями» потому что если послѣдовать по указываемому ими направленію, обозначенному у насъ пунктиромъ, то мы встрѣтимъ важнѣйшую звѣзду всего сѣвернаго неба, именно—*Полярную Звѣзду*. Звѣзда эта 2-й величины, слѣдовательно, довольно яркая; и отмѣчаетъ собой сѣверный полюсъ міра, такъ какъ находится теперь отъ этого полюса всего на разстояніи около $1^{1}/_{3}$ градуса, или приблизительно на разстояніи 3 лунныхъ поперечниковъ. Благодаря такой близости къ полюсу, кажется, что Полярная Звѣзда стоитъ почти неподвижно на одномъ мѣстѣ, въ то время какъ другія звѣзды съ часу на часъ измѣняютъ свое положеніе на видимой сферѣ небесной и описываютъ круги, въ центрѣ которыхъ находится именно эта Полярная Звѣзда.

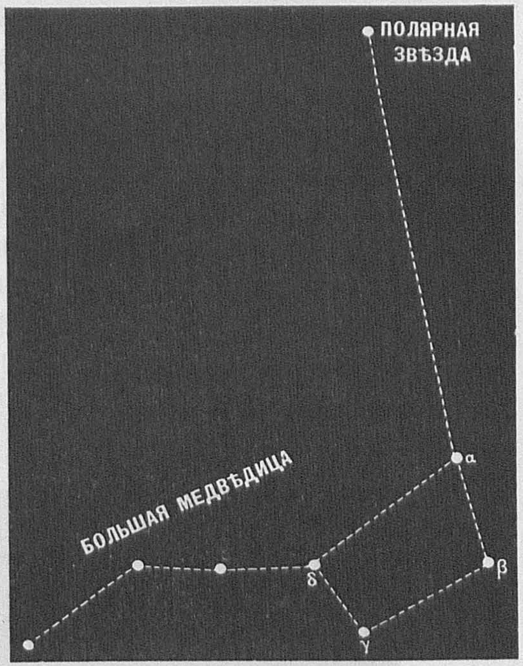


Рис. 75. Большая Медвѣдица и Полярная Звѣзда.

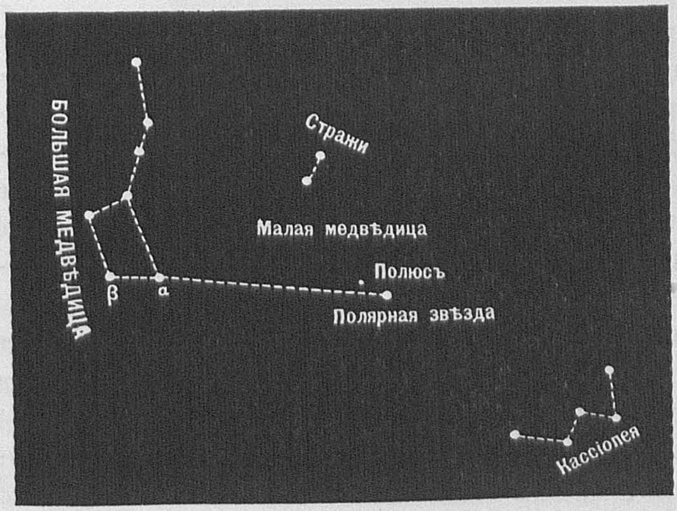


Рис. 76. Большая Медвѣдица, Полярная Звѣзда и полюсъ.

Итакъ, отыскавъ созвѣздіе Большой Медвѣдицы, тотчасъ по «указателямъ» можно найти Полярную Звѣзду. Большая Медвѣдица въ разныя времена года и въ разные часы ночи бываетъ, конечно, на разныхъ мѣстахъ неба. Но она, какъ уже сказано, никогда не заходитъ за нашъ горизонтъ. Слѣдовательно, въ любую ясную ночь можно видѣть Большую Медвѣдицу и Полярную Звѣзду.

Полярная Звѣзда въ свою очередь принадлежитъ къ созвѣздiю *Малой Медвѣдицы* и находится въ концѣ «хвоста» этой Медвѣдицы. Постарайтесь всмотрѣться въ это послѣднее созвѣздiе. Вы увидите, что расположенiе семи главныхъ ея звѣздъ, хотя и не столь яркихъ, напоминаетъ фигуру Большой Медвѣдицы; только «хвостъ» Малой Медвѣдицы иначе выгнутъ, чѣмъ Большой (см. рис. 69 на стр. 132 и схематическiй рис. 76). Послѣ Полярной двѣ болѣе замѣтныя звѣзды Малой Медвѣдицы находятся приблизительно на полпути, если мысленно соединить прямой линiей Полярную Звѣзду съ оконечностью хвоста Большой Медвѣдицы. Иногда ихъ называютъ «Стражами».

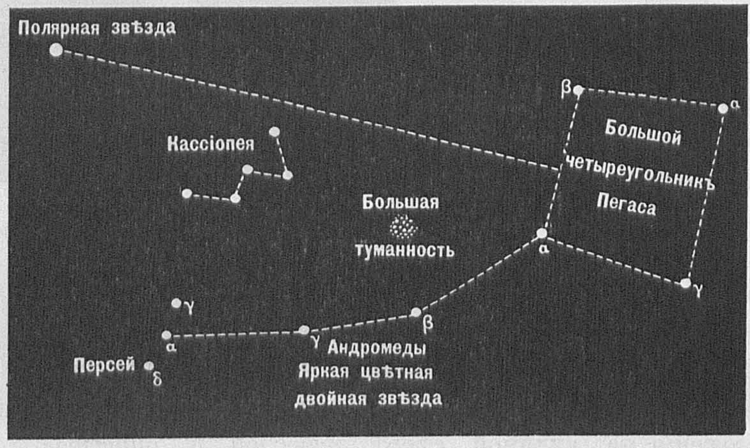


Рис. 77. Большой четыреугольникъ Пегаса.

Проложенную линiю отъ «указателей» Большой Медвѣдицы до Полярной Звѣзды продолжимъ мысленно настолько же далѣе за Полярную Звѣзду. [Мы встрѣтимъ прекрасное и характерное созвѣздiе *Кассiопеи* съ двумя звѣздами второй величины. О фигурѣ болѣе замѣтныхъ звѣздъ этого созвѣздiя, напоминающей нѣсколько растянутую букву *W*, даютъ понятiе прилагаемые здѣсь рисунки. Кассiопея также принадлежитъ къ числу созвѣздiй, всегда видимыхъ въ сѣверномъ полушарiи Земли на всемъ пространствѣ ея умѣреннаго пояса.

Линiю, проведенную черезъ «указателей» Большой Медвѣдицы къ Полярной Звѣздѣ, а затѣмъ къ концу Кассiопеи, продолжимъ далѣе на разстоянiе, приблизительно равное разстоянiю Полярной отъ Кассiопеи,— мы упремся въ большой четыреугольникъ изъ четырехъ звѣздъ, служащихъ отличительнымъ признакомъ созвѣздiя *Пегаса*.

Отъ низа этого четыреугольника влѣво въ видѣ изогнутой ручки легко увидѣть 3 звѣзды 2-ой величины, принадлежащихъ къ созвѣздіямъ *Андромеды* (β и γ) и *Персея* (α). Обратите вниманіе на то, что въ этой области съ яркостью, доступной наблюденію простымъ глазомъ мерцаетъ *Большая туманность Андромеды.*

Что касается созвѣздія Персея, то оно находится въ одной изъ красивѣйшихъ и богатѣйшихъ звѣздами частей неба, черезъ которую пролегаетъ *Млечный Путь.* Прилагаемый рисунокъ даетъ понятіе о расположеніи главнѣйшихъ звѣздъ этого прекраснаго созвѣздія и о прилегающихъ къ нему областяхъ неба. Слѣдуетъ сразу же обратить въ этомъ созвѣздіи вниманіе на звѣзду *Альголь,* замѣчательную періодическими измѣненіями своего свѣта.

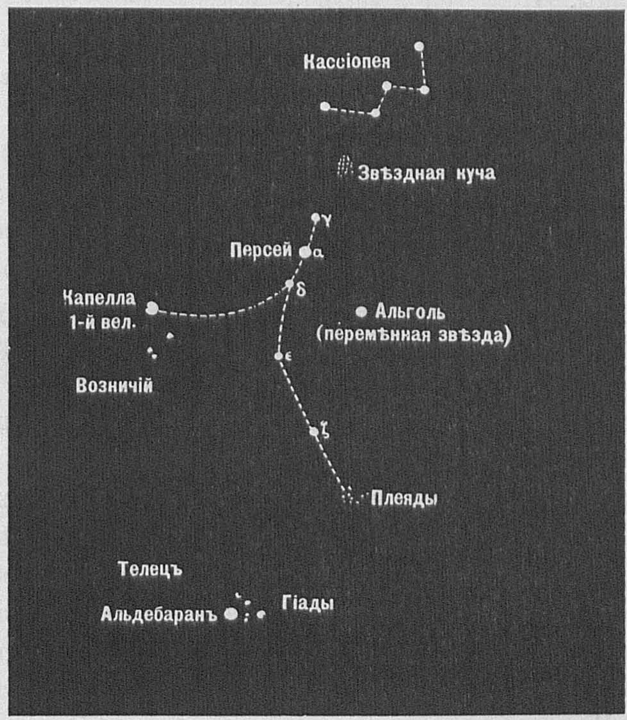


Рис. 78. Персей и его главнѣйшія звѣзды, включая Альголь.

Возвратимся опять къ Большой Медвѣдицѣ и возьмемъ двѣ нижнія звѣзды ея четыреугольника. Если линію, соединяющую эти звѣзды, продолжимъ мысленно въ сторону «хвоста» созвѣздія, то встрѣтимся съ яркой звѣздой первой величины *Арктуромъ,* находящимся въ созвѣздіи *Волопаса,* или *Пастуха* (Боотесъ).

Если, затѣмъ, взять двѣ верхнія звѣзды четыреугольника Большой Медвѣдицы, соединить ихъ мысленно линіей и продолжить эту линію въ сторону, противоположную хвосту, то по пути встрѣтимъ блестящую звѣзду первой величины *Капеллу,* лежащую въ созвѣздіи *Возничаго,* не особенно далеко отъ созвѣздія Персея.

Соедините мысленно прямой Полярную Звѣзду съ Капеллой и продолжите эту линію за Капеллу на вдвое большее разстояніе,—вы войдете въ область величественнаго созвѣздія *Оріона*—красы нашего зимняго неба. Созвѣздіе это лежитъ на экваторѣ и лучше всего видно съ экватора или съ прилегающихъ къ нему мѣстъ (см. рис. 79 и рис. 70 на стр. 133-й).

Самая яркая звѣзда въ Оріонѣ носитъ названіе *Бетейгейзе.* Она первой величины. Ниже ея лежатъ 3 звѣзды 2-ой величины, составляющія такъ называемый *«поясъ» Оріона,* а по другую сторону пояса, ниже, вправо лежитъ другая звѣзда первой величины—*Ригель.* Въ созвѣздіи Оріона находится, между прочимъ, огромнѣйшая и замѣчательнѣйшая туманность, наблюдаемая въ телескопъ.

Если линію, соединяющую три звѣзды пояса Оріона, продлить внизъ, налѣво, то она почти встрѣтитъ *Сиріусъ,* самую яркую звѣзду небеснаго свода, въ созвѣздіи Большого Пса. Если ту же линію продолжить вверхъ, направо, то найдемъ чудесную красноватую звѣзду 1-й величины *Альдебаранъ,* въ созвѣздіи *Тельца,* съ группами звѣздъ *Гіадъ* и *Плеядъ.*

Приведенныхъ указаній достаточно для перваго шага при изученіи созвѣздій. Объяснять, какъ отыскивать *всѣ* видимыя надъ горизонтомъ мѣста созвѣздія не входитъ въ задачу этой книги. Да это было бы скучно и безполезно. Дальнѣйшее подробное изученіе созвѣздій желающій долженъ сдѣлать самъ, для чего сначала достаточно общей карты звѣзднаго неба, стоющей нѣсколько копѣекъ, а вслѣдъ затѣмъ необходимо призвать на помощь и «звѣздный атласъ», тѣмъ болѣе, что на русскомъ языкѣ есть прекрасные звѣздные атласы Я. Мессера и К. Д. Покровскаго. Послѣдній изъ нихъ служитъ дополненіемъ къ отдѣльно изданной книгѣ К. Д. Покровскаго «Путеводитель по небу». Подобное *практическое* изученіе звѣзднаго неба можетъ увлечь каждаго взявшагося за него больше, чѣмъ чтеніе самыхъ подробныхъ описаній и наставленій по этому поводу въ любой книгѣ. Да и что можетъ быть увлекательнѣе и интереснѣе живой и открытой глазу каждаго великой книги неба? Впрочемъ, на группѣ 12-ти созвѣздій, носящихъ общее названіе «знаковъ зодіака» или «круга звѣрей» (зодіакъ) слѣдуетъ остановиться особо.

Въ теченіе промежутка времени, называемаго годомъ, Земля обѣгаетъ вокругъ Солнца, и этотъ годовой путь Земли, ея *орбита,* какъ знаемъ, имѣетъ форму эллипса, близкаго къ кругу (эксцентриситетъ земной орбиты равенъ всего 0,017). Если плоскость, въ которой расположена орбита Земли, продолжить до пересѣченія съ видимой сферой небесной, то получаемъ также извѣстный уже намъ кругъ—*эклиптику*, пролегающую среди звѣздъ небосвода. Солнце несравненно ближе къ намъ, чѣмъ звѣзды, но, обѣгая вокругъ него въ теченіе года, мы про-

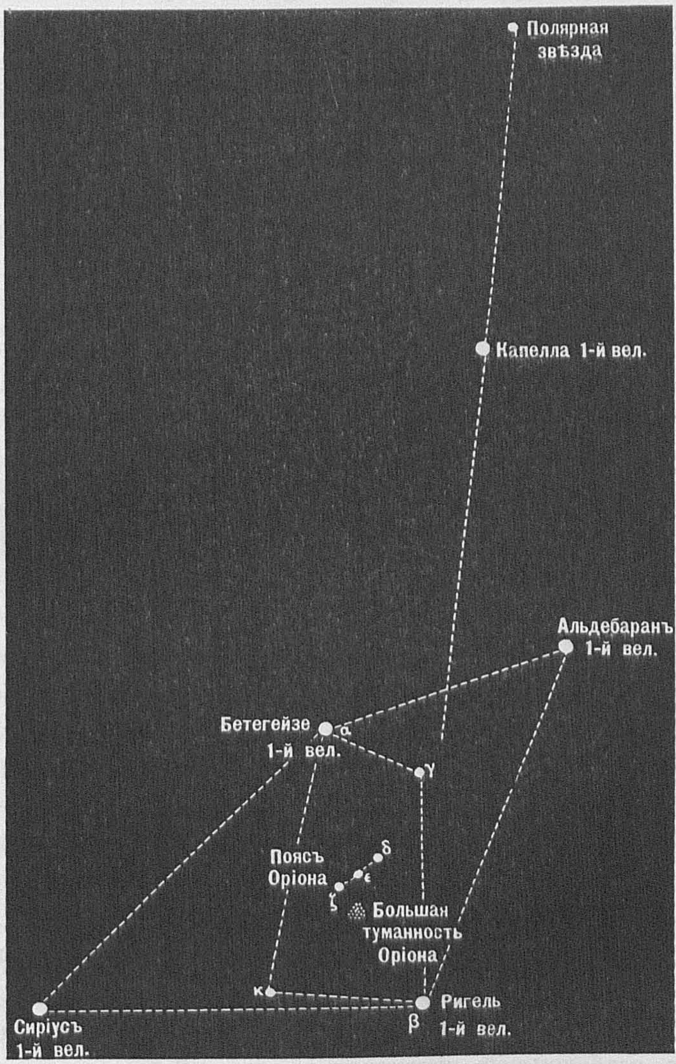

Полярная звѣзда
Капелла 1-й вел.
Альдебаранъ 1-й вел.
Бетегейзе 1-й вел.
α
γ
Поясъ Оріона
δ
ε
ζ
Большая туманность Оріона
κ
Ригель 1-й вел.
β
Сиріусъ 1-й вел.

Рис. 79. Созвѣздіе Оріона и Сиріусъ, самая яркая звѣзда неба въ созвѣздіи Большого Пса (α Canis Majoris).

лагаемъ его въ различныхъ направленіяхъ (въ зависимости отъ того, гдѣ въ данный моментъ находимся на своей орбитѣ) все на тотъ же небосводъ, къ которому относимъ и звѣзды. Поэтому намъ кажется, что Солнце видимо перемѣщается по небосводу, занимая послѣдовательно различныя мѣста среди звѣздъ, пока вновь по истеченіи года не возвратится на прежнее мѣсто. Кругъ, который такимъ образомъ опишетъ по небосводу Солнце (вѣрнѣе—*центръ* Солнца), и будетъ, очевидно, кругомъ эклиптики.

Прилагаемый рисунокъ 80-й вполнѣ разъясняетъ сказанное. Въ центрѣ находится Солнце, вокругъ котораго по своей орбитѣ со средней скоростью въ 29,7 километровъ въ секунду мчится Земля. Если отъ каждаго положенія Земли на своей орбитѣ мы проведемъ прямыя линіи къ Солнцу и продолжимъ ихъ до пересѣченія со сферой небесной, то ясно,

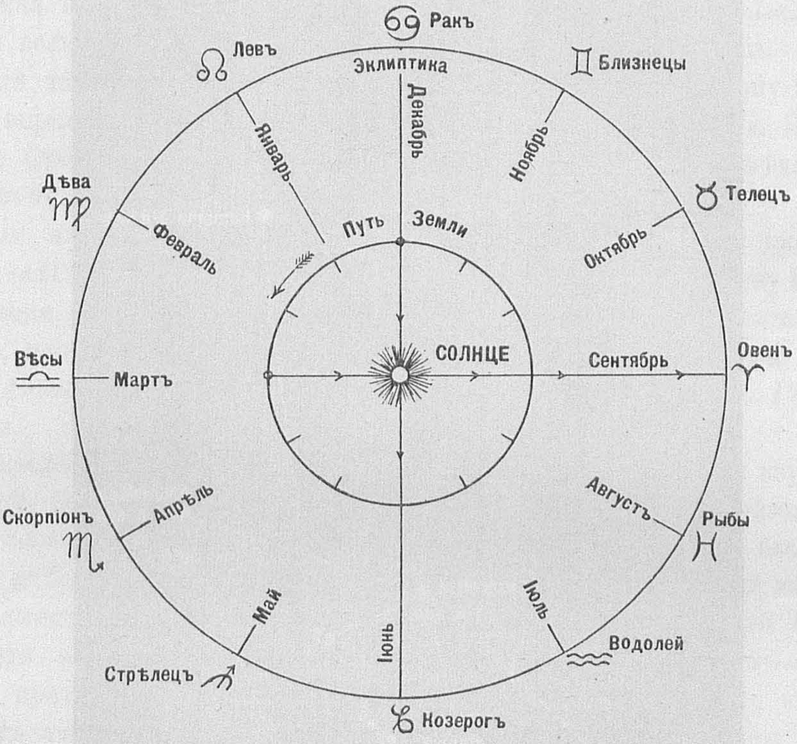

♋ Ракъ
♌ Левъ
Эклиптика
♊ Близнецы
Декабрь
Январь
Ноябрь
Дѣва ♍
♉ Телецъ
Путь Земли
Февраль
Октябрь
Вѣсы ♎
Мартъ
СОЛНЦЕ
Сентябрь
Овенъ ♈
Августъ
Скорпіонъ ♏
Апрѣль
Рыбы ♓
Май
Іюль
Іюнь
Водолей ♒
Стрѣлецъ ♐
♑ Козерогъ

Рис. 80. Видимое движеніе Солнца по Зодіаку.

что Солнце будетъ казаться намъ движущимся въ плоскости того же круга, что и Земля, въ направленіи, указанномъ стрѣлкой.

Это видимое годичное движеніе Солнца по эклиптикѣ было замѣчено еще въ глубочайшей древности, и рис. 80-й показываетъ, какъ перемѣщалось Солнце по зодіаку 2000 лѣтъ назадъ, во времена Гиппарха.

Тогда же было замѣчено, что въ сравнительно узкомъ поясѣ неба, прилегающемъ къ эклиптикѣ по обѣ стороны ея, движутся и всѣ планеты. Этотъ поясъ въ 16 градусовъ шириной былъ названъ поясомъ *Зодіака* и раздѣленъ на 12 «знаковъ». Каждый знакъ отмѣченъ особымъ созвѣздіемъ и проходится Солнцемъ въ теченіе мѣсяца. А всѣ 12 знаковъ проходились въ 12 мѣсяцевъ или ровно въ годъ. Такъ получились слѣдующія названія и обозначенія:

1. Овенъ	♈	7. Вѣсы	♎
2. Телецъ	♉	8. Скорпіонъ	♏
3. Близнецы	♊	9. Стрѣлецъ	♐
4. Ракъ	♋	10. Козерогъ	♑
5. Левъ	♌	11. Водолей	♒
6. Дѣва	♍	12. Рыбы	♓

Итакъ, каждый мѣсяцъ Солнце «*вступаетъ въ новый знакъ зодіака*», какъ выражаются въ календаряхъ. Но слѣдуетъ, повторяемъ, помнить, что «вступаетъ» собственно не Солнце, а Земля переносится въ пространствѣ такъ, что Солнце съ Земли виднѣется на другомъ мѣстѣ небосвода. Въ настоящее время въ январѣ Солнце намъ представляется находящимся въ созвѣздіи *Козерога*, въ февралѣ—въ *Водолеѣ*, въ мартѣ—въ *Рыбахъ*, въ апрѣлѣ—въ *Овнѣ*, въ маѣ—въ *Тельцѣ*, въ іюнѣ—въ *Близнецахъ*, въ іюлѣ—въ *Ракѣ*, въ августѣ—во *Львѣ*, въ сентябрѣ—въ *Дѣвѣ*, въ октябрѣ—въ *Вѣсахъ*, въ ноябрѣ—въ *Скорпіонѣ*, въ декабрѣ—въ *Стрѣльцѣ*. Такимъ образомъ, чтобы изъ рисунка 80-го получить современное видимое движеніе Солнце по созвѣздіямъ Зодіака, надо повернуть на одно дѣленіе всѣ названія мѣсяцевъ по направленію движенія часовой стрѣлки. Сейчасъ увидимъ почему.

Вспомнимъ отмѣченный раньше фактъ, что круги эклиптики и небеснаго экватора не совпадаютъ, но пересѣкаются другъ съ другомъ въ двухъ противоположныхъ на сводѣ небесномъ точкахъ. Уголъ, подъ которымъ пересѣкаются оба эти круга, носитъ названіе *наклоненія эклиптики* и равенъ приблизительно $23^{1}/_{2}$ градусамъ.

Свершая по эклиптикѣ свой видимый небесный путь, Солнце, слѣдовательно пересѣкаетъ экваторъ два раза въ году. Въ точкахъ пересѣченія эклиптики съ экваторомъ оно бываетъ весной и осенью около 21-го марта и 22-го сентября (новаго стиля). Первая точка есть точка весенняго равноденствія, а вторая—точка осенняго равноденствія.

Покинувъ точку весенняго равноденствія, Солнце подымается по эклиптикѣ въ сѣверномъ полушаріи неба все выше и выше, пока около 22-го іюня не достигнетъ наивысшаго своего сѣвернаго предѣла, иначе говоря—точки *лѣтняго солнцестоянія*. Отъ этой точки Солнце начинаетъ опускаться къ экватору, пересѣкаетъ его около 22 сентября въ точкѣ осенняго равноденствія и уходитъ по эклиптикѣ въ южное полушаріе, гдѣ самаго южнаго положенія достигаетъ около 23-го декабря, когда оно находится въ точкѣ *зимняго солнцестоянія*, противоположной точкѣ лѣтняго солнцестоянія. Отсюда Солнце опять поворачиваетъ къ экватору, чтобы, достигнувъ его около 21-го марта (всѣ даты приведены по новому стилю), вновь пересѣчь его въ точкѣ весенняго равноденствія, перейти въ сѣверное полушаріе и т. д.

По сдѣланному только что описанію выходитъ, что, начавъ свое движеніе отъ точки весенняго равноденствія, Солнце въ теченіе года совершитъ по эклиптикѣ полный кругъ въ 360 градусовъ, и тогда снова вступитъ въ точку весенняго равноденствія. Дѣло, однако, обстоитъ нѣсколько не такъ.

Оказывается, что ежегодно Солнце вступаетъ въ точку весенняго равноденствія раньше, чѣмъ сдѣлаетъ полный въ 360° оборотъ по эклиптикѣ. До полнаго оборота Солнцу останется пройти еще приблизительно 50 секундъ дуги (точнѣе: 50″,26). Такимъ образомъ необходимо отмѣтить фактъ, что точка весенняго равноденствія, отъ которой отсчитывается путь Солнца по эклиптикѣ, ежегодно передвигается на 50,26 секундъ дуги навстрѣчу солнечному движенію. Явленіе это извѣстно подъ именемъ *предваренія равноденствій (прецессія)* и было открыто еще Гиппархомъ, опредѣлившимъ довольно точно и его числовую величину. О причинахъ его поговоримъ впослѣдствіи.

Въ силу предваренія равноденствій точка весенняго равноденствія (и, конечно, осенняго — тоже) ежегодно передвигается по эклиптикѣ на 50″,26 дуги. За время около 2000 лѣтъ, считая отъ Гиппарха, это составитъ дугу чуть не въ 30 градусовъ. Поэтому точка весенняго равноденствія, бывшая при Гиппархѣ въ созвѣздіи Овна (♈), нынѣ перемѣстились уже въ созвѣздіе Рыбъ. Соотвѣтственно перемѣстилась и точка осенняго равноденствія изъ созвѣздія Вѣсовъ (♎) въ созвѣздіе Дѣвы. Такимъ образомъ древнее соотвѣтствіе созвѣздій и знаковъ зодіака нарушено: астрономы и для современныхъ точекъ весенняго и осенняго равноденствія удержали тѣ же обозначенія знаками *Овна и Вѣсовъ*, ♈ и ♎, что и въ прежнее время.

Перемѣщаясь среди звѣздъ по эклиптикѣ, Солнце, такъ сказать, періодически «потопляетъ» въ своемъ свѣтѣ однѣ звѣзды и созвѣздія и открываетъ другія. Въ зависимости отъ этого въ теченіе года мѣняется и видъ звѣзднаго неба надъ горизонтомъ. Помимо созвѣздій, заключенныхъ въ кругѣ постоянной видимости, т. е. наблюдаемыхъ въ теченіе всего года, другія созвѣздія будутъ видимы ночью надъ горизонтомъ только въ опредѣленное время года, когда интересующійся звѣзднымъ небомъ и долженъ пользоваться случаемъ, чтобы ихъ наблюдать.

Таковы тѣ первоначальныя свѣдѣнія, съ которыми можно приступать къ изученію звѣзднаго неба. Остается только дополнить ихъ перечисленіемъ созвѣздій и главнѣйшихъ звѣздъ съ относящимися сюда дополненіями.

Уже упомянуто, что дѣленіе неба на созвѣздія и границы этихъ созвѣздій создавались постепенно, начиная съ древности и окончивая самымъ послѣднимъ временемъ. Прежніе слишкомъ большіе участки неба дѣлились на части, какъ, напр., большое созвѣздіе Корабля (Argo) раздѣлено на 4 созвѣздія (Carina—Киль, Puppis—Корма, Vela—Парусъ, Pyxis—Мачта). Нѣкоторыя области сѣвернаго неба, не описанныя древними, получили новыя названія; наконецъ, то южное небо, которое не было совершенно извѣстно древнимъ было, подѣлено на отдѣльныя созвѣздія, можно сказать,—въ наши дни. Поэтому и до настоящаго времени относительно числа всѣхъ созвѣздій существуетъ нѣкоторое разногласіе. Одни дѣлятъ сферу небесную на 86, другіе на 87, третьи на 88 созвѣздій. Наиболѣе соотвѣтственнымъ современной наукѣ слѣдуетъ, однако, признать дѣленіе всего неба на 88 созвѣздій, принятое Я. Мессеромъ въ его «Звѣздномъ Атласѣ». Вотъ перечень этихъ созвѣздій, приводимый въ алфавитномъ порядкѣ по-латыни (такъ они обыкновенно называются въ наукѣ) съ соотвѣтственнымъ русскимъ переводомъ.

1. Andromeda, Андромеда.
2. Antila, Воздушный насосъ.
3. Apus, Райская птица.
4. Aquarius, Водолей.
5. Aquila, Орелъ.
6. Ara, Жертвенникъ.
7. Aries, Овенъ.
8. Auriga, Возничій.
9. Bootes, Боотъ, Волопасъ, Пастухъ.
10. Caelum, Грабштихъ.
11. Camelopardalis, Жирафъ.
12. Cancer, Ракъ.
13. Canes venatici, Гончіе Псы.
14. Canis major, Бо́льшій Песъ.
15. Canis minor, Меньшій Песъ,
16. Capricornus, Козерогъ.
17. Carina, Киль.
18. Cassiopeja, Кассіопея.
19. Centaurus, Центавръ,
20. Cepheus, Цефей.
21. Cetus, Китъ
22. Chameleon, Хамелеонъ.
23. Circinus, Циркуль.
24. Columba, Голубь.
25. Coma Berenices, Волосы Вероники.
26. Corona austrina, Южная Корона.
27. Corona borealis, Сѣверная Корона.
28. Corvus, Воронъ.
29. Crater, Чаша.
30. Crux, Крестъ.
31. Cygnus, Лебедь.
32. Delphinus, Дельфинъ.
33. Dorado, Золотая рыба, Дорадъ.
34. Draco, Драконъ.
35. Equuleus, Малый Конь.
36. Eridanus, Эриданъ.
37. Fornax. Печь.
38. Gemini, Близнецы.
39. Grus, Журавль.
40. Hercules, Геркулесъ.
41. Horologium, Часы.
42. Hydra, Гидра, Водяная Змѣя.
43. Hydrus, Гидра Малая или Южная.
44. Indus, Индъ.

45. Lacerta, Ящерица.
46. Leo, Левъ.
47. Leo minor, Меньшій Левъ
48. Lepus, Заяцъ.
49. Libra, Вѣсы.
50. Lupus, Волкъ.
51. Lynx, Рысь.
52. Lira, Лира.
53. Mensa, Столовая гора.
54. Microscopium, Микроскопъ.
55. Monoceros, Единорогъ.
56. Musca, Муха.
57. Norma, Наугольникъ.
58. Octans, Октантъ.
59. Ophiuchus, Змѣеносецъ.
60. Orion, Оріонъ.
61. Pavo, Павлинъ.
62. Pegasus, Пегасъ.
63. Perseus, Персей.
64. Phoenix, Фениксъ.
65. Pictor, Живописецъ.
66. Pisces, Рыбы.
67. Piscis austrina, Южная Рыба.
68. Puppis, Корма.
69. Pyxis, Компасъ (или Malus, Мачта.
70. Reticulum, Сѣтка телескопа.
71. Sagitta, Стрѣла.
72. Sagittarius, Стрѣлецъ.
73. Scorpio, Скорпіонъ.
74. Sculptor, Ваятель.
75. Scutum Sobiesii, Щитъ Собѣсскаго.
76. Serpens, Змѣя.
77. Sextans, Секстанъ.
78. Taurus, Телецъ.
79. Telescopium, Телескопъ,
80. Triangulum, Треугольникъ.
81. Triangulum australe, Южный Треугольникъ.
82. Tucana, Туканъ.
83. Ursa major, Большая Медвѣдица.
84. Ursa minor, Малая Медвѣдица.
85. Vela, Парусъ (Корабля).
86. Virgo, Дѣва
87. Volans (Piscis), Летучая Рыба.
88. Vulpecula, Лисичка.

Помимо дѣленія неба на созвѣздія астрономы прежнихъ временъ давали собственныя имена также отдѣльнымъ звѣздамъ, замѣчательнымъ по яркости или по какимъ-либо инымъ свойствамъ. Многія изъ этихъ названій сохранились и употребляются понынѣ. Однако съ расширеніемъ познаній объ отдѣльныхъ звѣздахъ и съ постояннымъ увеличеніемъ числа самихъ звѣздъ, благодаря усовершенствованію телескоповъ, такой способъ обозначенія звѣздъ, очевидно, недостаточенъ.

Поэтому астрономы новѣйшаго времени ввели болѣе удобный и простой способъ. Оставивъ названія созвѣздій, они звѣзды каждаго созвѣздія обозначаютъ малыми буквами греческой азбуки (альфа, бэта, гамма, дельта и т. д...), при чемъ болѣе яркія звѣзды обозначаются первыми буквами. Если греческой азбуки не хватаетъ, вводятся латинскія буквы. Итакъ α (альфой) въ созвѣздіи Бо́льшаго Пса обозначаютъ Сиріусъ (α Canis majoris), α въ созвѣздіи Возницы—Капеллу, α (Aurigae) α въ Тельцѣ—Альдебаранъ (α Tauri) и т. д. Телескопическія же звѣзды называются просто по номеру, которымъ онѣ значатся въ какомъ-либо извѣстномъ печатномъ перечнѣ звѣздъ (звѣздномъ каталогѣ) или прямо дается ея точное положеніе на небѣ (координаты свѣтила). Для такъ называемыхъ *перемѣнныхъ* звѣздъ, о которыхъ рѣчь ниже, введено обозначеніе большими буквами латинской азбуки, начиная съ буквы R при чемъ онѣ также относятся къ созвѣздіямъ, въ которыхъ наблюдаются.

Само собой разумѣется, что въ нашихъ среднихъ широтахъ Россіи нельзя видѣть *всѣхъ* перечисленныхъ выше созвѣздій.

Въ зависимости отъ широты мѣста у насъ можно наблюдать въ теченіе года только отъ 50 до 60 созвѣздій. Остальныя же для человѣка, не бывшаго на южномъ полушаріи Земли, останутся навсегда невидимыми. А чтобы знать, какія созвѣздія въ извѣстное время года находятся надъ горизонтомъ, надо постоянно помнить все сказанное немного выше относительно видимаго перемѣщенія Солнца по сферѣ небесной,—что 21 марта (н. ст.) Солнце проходитъ черезъ точку весенняго равноденствія, что въ концѣ іюня оно достигаетъ наибольшаго сѣвернаго удаленія отъ экватора и находится въ знакѣ Близнецовъ, что 23 сентября Солнце возвращается къ экватору и проходитъ черезъ точку осенняго равноденствія, въ концѣ декабря оно достигаетъ наибольшаго южнаго удаленіи отъ экватора и находится въ знакѣ Стрѣльца.

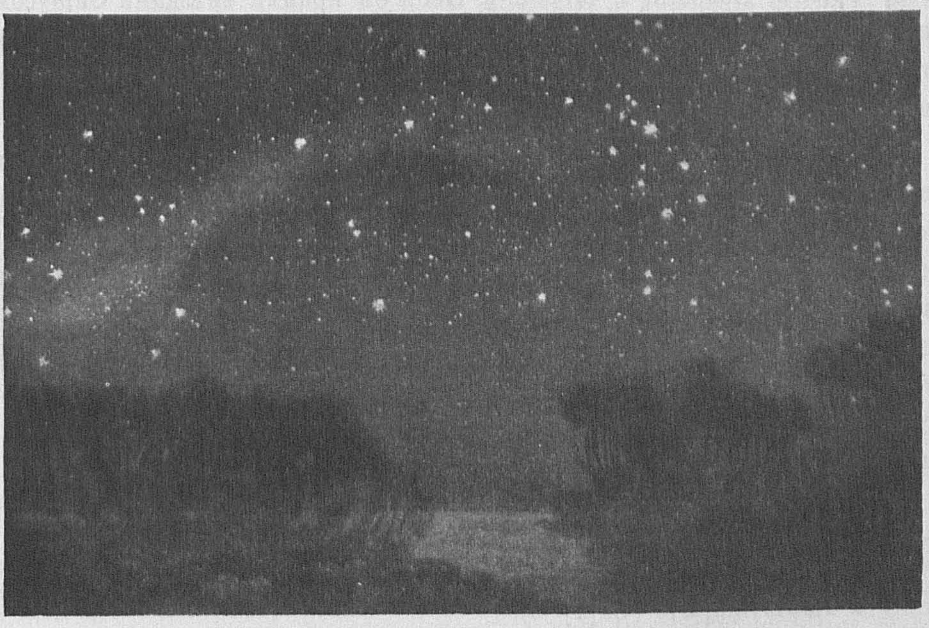


Рис. 81. Южное небо съ созвѣздіемъ Южнаго Креста.
По картинѣ Кранца.

Если припомнить также все то, что говорилось о годичномъ движеніи Солнца, о его видимомъ перемѣщеніи между звѣздами, то отсюда легко заключимъ, что весною созвѣздія Льва, Дѣвы и Пастуха проходятъ черезъ меридіанъ (или, какъ говорятъ, *кульминируютъ*) вскорѣ послѣ полуночи. Такъ, въ мартѣ около часа ночи въ меридіанѣ находится созвѣздіе Льва, въ маѣ въ то же время кульминируетъ Дѣва, въ іюнѣ Волопасъ съ яркимъ Арктуромъ. Лѣтомъ въ тѣ же часы и въ той же послѣдовательности кульминируютъ Сѣверная Корона, Змѣя, Змѣеносецъ, Геркулесъ, Лира и Орелъ. Осенью въ утренніе часы находятся въ меридіанѣ Лебедь, Водолей, Пегасъ, Андромеда и Рыбы. Наконецъ, зимою вскорѣ послѣ полуночи кульминируютъ Телецъ, Персей, Оріонъ, Большій и Меньшій Песъ съ яркими звѣздами Сиріусомъ и Процiономъ, Близнецы и Ракъ. Вообще въ полночь кульминируютъ тѣ созвѣздія, относительно которыхъ діаметрально противоположно на небѣ (подъ горизонтомъ) находится Солнце.

Созвѣздія, недалекія отъ полюса, мы видимъ во всѣ времена года, но въ различные мѣсяцы въ одинъ и тотъ же часъ ночи они имѣютъ различныя положенія на сводѣ небесномъ. Такъ, напр. Большая Медвѣдица весною въ полночь находится въ меридіанѣ и тогда конечная звѣзда хвоста (η Ursae majoris), для широтъ Земли около 50°, проходитъ черезъ зенитъ. Лѣтомъ въ полночь Большая Медвѣдица располагается на сѣверо-западѣ, осенью—между полюсомъ и горизонтомъ, въ сѣверной части меридіана; наконецъ, зимою все созвѣздіе видно въ сѣверо-восточной части небеснаго свода.

Что касается самыхъ яркихъ звѣздъ небосвода, то обыкновенно насчитываютъ 20 звѣздъ первой величины, а именно:

α Canis majoris (Сиріусъ).
α Carinae (Argus) (Канопъ) (невидимая въ нашихъ широтахъ).
α Centauri (невидимая въ нашихъ широтахъ).
α Bootis (Арктуръ).
β Orionis (Ригель).
α Aurigae (Капелла).
α Lyrae (Вега).
α Canis minoris (Проціонъ).
α Orionis (Бетейгейзе).
α Eridani (Ахернаръ) (невидимая въ нашихъ широтахъ).
α Tauri (Альдебаранъ).
β Centauri (невидимая въ нашихъ широтахъ).
α Crucis (невидимая въ нашихъ широтахъ).
α Scorpii (Антаресъ).
α Piscis Australis (Фомальгаутъ).

α Aquilae (Альтаиръ).
α Virginis (Спика).
α Leonis majoris (Регулъ).
β Geminorum (Поллуксъ).
α Cygni (Денебъ).

Послѣднія 3 звѣзды слабѣе предыдущихъ и многими относятся къ звѣздамъ 2-ой величины.

Самыя яркія звѣзды достигаютъ наибольшей высоты надъ нашимъ горизонтомъ въ слѣдующіе дни года:

Альдебаранъ (α Tauri) 28 ноября.
Капелла (α Aurigae) и Ригель (β Orionis) 8 декабря.
Бетейгейзе (α Orionis) 18 декабря.
Сиріусъ (α Canis majoris) 31 декабря.
Проціонъ (α Canis minoris) 14 января.
Поллуксъ (β Gemminorum) 15 января.
Регулъ (α Leonis) 21 февраля.
Спика (α Virginis) 11 апрѣля.
Арктуръ (α Bootis) 24 апрѣля.
Антаресъ (α Scorpii) 27 мая.
Вега (α Lyrae) 29 іюня.
Альтаиръ (α Aquilae) 31 іюля.
Денебъ (α Cygni) 10 іюля.
Фомальгаутъ (α Piscis australis) 3 сентября.

По мѣрѣ уменьшенія яркости звѣздъ число ихъ быстро возрастаетъ. Звѣздъ 2-й величины насчитываютъ приблизительно 50, третьей — 200, четвертой — около 600 и т. д. Здѣсь самъ собой является вопросъ о числѣ звѣздъ вообще.

Припомнимъ народную поговорку, что «звѣздамъ счета нѣтъ». Если, какъ надо полагать, поговорка эта относится къ звѣздамъ, видимымъ простымъ глазомъ, то она несправедлива. Невооруженнымъ глазомъ мы видимъ звѣзды до 6-й величины. Ихъ довольно много, но сосчитать ихъ можно.

Простымъ глазомъ на обоихъ полушаріяхъ свода небеснаго можно видѣть до 6,000 звѣздъ. При 20 звѣздахъ первой величины насчитывается 3,640 звѣздъ 6-й величины. Итакъ, видимымъ звѣздамъ свода небеснаго есть счетъ. Происхожденіе же народной поговорки о безсчетности звѣздъ нужно отнести скорѣе всего къ тому, что нашъ простолюдинъ и по сію пору слабъ въ счетѣ. Быть можетъ также, что затрудненіе въ счетѣ доступныхъ глазу звѣздъ происходитъ и отъ безпорядочности видимаго расположенія ихъ. Какъ бы то ни было, видимыя звѣзды сосчитаны и сосчитаны точно. Но вопросъ совершенно измѣняется, если мы вооружимся сначала биноклемъ, затѣмъ зрительными трубами все большей и большей силы и наконецъ призовемъ на помощь фотографію.

Съ увеличеніемъ средствъ наблюденій предѣлы пространства, заполненнаго свѣтящимися тѣлами и туманностями все расширяются Чѣмъ болѣе совершенствуются телескопы, тѣмъ болѣе открывается невидимыхъ глазу звѣздъ. Для этихъ «телескопическихъ звѣздъ имѣетъ силу тотъ же законъ, что и для наблюдаемыхъ невооруженнымъ глазомъ: число ихъ возрастаетъ съ уменьшеніемъ яркости; ихъ также дѣлятъ на величины и классы по степени яркости. Нѣсколько чиселъ лучше всего пояснятъ вопросъ. По даннымъ извѣстнаго астронома Аргеландера, количество звѣздъ только для сѣвернаго полушарія неба и только до 9-й величины выражается такими числами:

отъ	1	до	2	величины	10	звѣздъ.
»	2	»	3	»	37	»
»	3	»	4	»	130	»
»	4	»	5	»	312	»
»	5	»	6	»	1 001	»
»	6	»	7	»	4 386	»
»	7	»	8	»	13 823	»
»	8	»	9	»	58 095	»

Всего же звѣздъ до $9,_5$ величины на звѣздномъ небѣ насчитывается 314 925, т. е. около трети милліона. Современные гигантскіе телескопы различаютъ звѣзды 17-й и т. д. величины. Если попробовать хоть приблизительно подсчитать число всѣхъ этихъ доступныхъ звѣздъ, то оно окажется никакъ не меньшимъ 150 милліоновъ. Но современные телескопы еще не послѣднее слово техники и науки. Увеличеніе ихъ силы повыситъ еще число доступныхъ наблюденію звѣздъ. Наконецъ, къ намъ посылаютъ свѣтъ миріады звѣздъ, существованіе которыхъ обнаруживаетъ только фотографическая пластинка, вставленная въ телескопъ, направленный къ небу. Если такую очень чувствительную пластинку довольно долго (въ продолженіе нѣсколькихъ часовъ) продержать противъ извѣстной части неба, то даже самыя слабыя звѣзды, которыя не дѣйствуютъ на сѣтчатку человѣческаго глаза, заявятъ о себѣ на пластинкѣ. Исаакъ Робертсъ въ Ливерпулѣ, выставивъ, напримѣръ, пластинку всего на часъ, при сравнительно слабосильномъ телескопѣ, получилъ изображеніе 16 000 звѣздъ на пространствѣ, равномъ всего одной десятитысячной части неба! Но и современная фотографія не даетъ всѣхъ звѣздъ. Есть полное основанiе предполагать, что при болѣе громадныхъ и усовершенствованныхъ телескопахъ, при болѣе чувствительныхъ пластинкахъ, при болѣе совершенномъ и продолжительномъ фотографированiи — будутъ открываться все новыя и новыя мирiады звѣздъ. Число ихъ способно поразить всякое воображенiе.

Сдѣлаемъ здѣсь небольшую прогулку въ область вѣроятностей и возможностей. Извѣстно, что каждая изъ этихъ мирiадъ отдаленныхъ точекъ даетъ знать о себѣ потому, что, подобно нашему Солнцу, свѣтитъ *собственнымъ* свѣтомъ, посылаетъ въ пространство свой собственный свѣтовой лучъ 1). Но на примѣрѣ нашей солнечной системы мы видимъ, какъ одно самосвѣтящее огромное тѣло окружено цѣлымъ роемъ темныхъ планетъ въ родѣ нашей Земли, получающей отъ этого Солнца свѣтъ, тепло, жизнь, движенiе и все. Въ правѣ ли мы утверждать, что ничего подобнаго нѣтъ въ остальной вселенной? Конечно, нѣтъ. Есть всѣ основанiя думать, что наблюдаемыя нами въ несчетномъ числѣ свѣтящiяся точки суть только *видимыя* части невидимыхъ системъ. Мы наблюдаемъ только самосвѣтящiяся тѣла, но не въ силахъ видѣть и наблюдать того, быть можетъ, множества темныхъ тѣлъ, въ центрѣ путей которыхъ, подобно нашему Солнцу, находятся эти самосвѣтящiяся тѣла, даютъ имъ свѣтъ, теплоту и жизнь. Стоя въ глубокую темную ночь на берегу моря, мы видимъ только огоньки проходящаго въ отдаленiи огромнаго судна. Ни самаго судна, ни людей на немъ, ни сложенныхъ тамъ товаровъ, ни пышнаго убранства каютъ разсмотрѣть мы не въ состоянiи. Движутся только огоньки и больше ничего.

Таково наше положенiе по отношенiю къ необъятному мiру. За неисчислимыми мирiадами видимаго и тамъ скрыты отъ насъ мирiады невидимаго. Вдумавшись въ это, можно получить нѣкоторое представленiе о необъятности и неизмѣримости наполняющаго вселенную вещества, хотя, несмотря на всю силу современныхъ научныхъ средствъ, наблюденiю доступенъ только незначительный уголокъ этой вселенной.

Въ самомъ дѣлѣ, насколько глубоко мы проникли въ глубины мiрового пространства? Какъ велики разстоянiя звѣздъ.

---

1) То, что звѣзды свѣтятъ собственнымъ, а не отраженнымъ свѣтомъ, доказываетъ особый приборъ *полярископъ*. Если черезъ полярископъ смотрѣть на Солнце прямо, то получаются два солнечныхъ изображенiя одинаковой яркости и одинаковаго цвѣта. Если же чрезъ полярископъ смотрѣть на *отраженное* (водой или иной зеркальной поверхностью) изображенiе Солнца или иного свѣтила, то получатся два изображенiя этого свѣтила, но неодинаковыхъ, а *окрашенныхъ въ дополнительные цвѣта*, т. е. если одно изображенiе, наприм., будетъ зеленое, то другое красное и наоборотъ. Примѣненный къ неподвижнымъ звѣздамъ, полярископъ всегда доказывалъ самосвѣченiе звѣздъ. Это же подтверждаетъ и *спектральный анализъ*, о которомъ будетъ рѣчь въ слѣдующей главѣ.

Здѣсь приходится говорить языкомъ особаго рода чиселъ, принять особаго рода единицы сравненія и мѣры. Обыкновенныя употребительныя человѣческія числа и мѣры здѣсь ничего не скажутъ. Для ясности надо подойти къ вопросу съ другой стороны.

Предложимъ себѣ нарисовать карту, на которой были бы сохранены сравнительныя разстоянія отъ Солнца планетъ, его окружающихъ, и звѣздъ. Примемъ Солнце за центръ, а разстояніе Земли отъ Солнца равнымъ одному дюйму. Крайняя планета солнечной системы Нептунъ отстоитъ отъ Солнца въ 30 разъ далѣе, чѣмъ Земля. Слѣдовательно, если мы раздвинемъ ножки циркуля на тридцать дюймовъ и начертимъ кругъ, то онъ представитъ на нашей картѣ величину всей извѣстной намъ солнечной системы. Теперь разсмотримъ, насколько еще нужно отодвинуть ножку циркуля, чтобы на этой же картѣ помѣстить ближайшую звѣзду. Такой самой близкой къ намъ звѣздой, извѣстной нынѣ, является α Центавра. И вотъ оказывается, что если принять разстояніе Земли отъ Солнца равнымъ 1 дюйму, то самую ближайшую къ Солнцу звѣзду надо помѣстить на разстояніи... *6-ти съ лишнимъ верстъ!*

Такимъ образомъ, если среднее разстояніе Земли отъ Солнца, равное 140 милліонамъ верстъ, принять за 1 дюймъ, то нужно было бы изготовить бумажный листъ болѣе чѣмъ въ 6 верстъ длины и ширины только для того, чтобы наглядно показать сравнительное разстояніе отъ Солнца Земли и *ближайшей* звѣзды! Но вѣдь есть звѣзды, удаленныя отъ нашего Солнца на разстоянія въ десятки, сотни и тысячи разъ большія, чѣмъ α Центавра. Очевидно, нужно отказаться отъ всякой попытки составить сравнительную карту звѣздныхъ разстояній.

Еще болѣе разительный результатъ получаетъ проф. Ньюкомъ, который въ своей «Астрономіи для всѣхъ» пробуетъ построить «маленькую модель» вселенной съ сохраненіемъ относительной величины и разстояній небесныхъ тѣлъ. Въ этой модели вселенной обитаемая нами Земля представлена зернышкомъ горчичнаго сѣмени. Въ такомъ случаѣ Луна будетъ частичкой съ поперечникомъ вчетверо меньше, помѣщенной на разстояніи двухъ съ половиной сантиметровъ отъ Земли. Солнце будетъ представлено большимъ яблокомъ на разстояніи двѣнадцати метровъ. Другія планеты, величиной отъ невидимой частички до горошины, должны находиться на разстояніяхъ отъ трехъ до пятисотъ метровъ отъ Солнца. Мы должны еще вообразить, что эти мелкіе предметы медленно движутся вокругъ Солнца на соотвѣтственныхъ разстояніяхъ, дѣлая полный оборотъ въ періодъ отъ трехъ мѣсяцевъ до ста шестидесяти лѣтъ. Горчичное зернышко будетъ совершать свое обращеніе въ теченіе года, а Луна должна сопровождать его, дѣлая оборотъ вокругъ него каждый мѣсяцъ.

Въ такомъ масштабѣ планъ всей солнечной системы могъ бы помѣститься на квадратномъ полѣ со стороной около километра. За предѣлами этого поля долженъ былъ бы идти промежутокъ совершенно пустой, за исключеніемъ, пожалуй, разсѣянныхъ кое-гдѣ кометъ. *Въ нашемъ масштабѣ этотъ промежутокъ былъ бы шире, чѣмъ весь материкъ Америки.* Далеко за предѣлами американскаго материка мы нашли бы ближайшую звѣзду, которую, подобно нашему Солнцу, можно было бы представить большимъ яблокомъ. На еще бо́льшихъ разстояніяхъ во всѣхъ направленіяхъ находились бы другія звѣзды, но въ среднемъ онѣ были бы другъ отъ друга на такихъ же разстояніяхъ, какъ ближайшія звѣзды отъ Солнца. *При такомъ маломъ масштабѣ на модели величиною въ поверхность цѣлой Земли помѣстились бы только двѣ или три звѣзды.*

Итакъ, выражать звѣздныя разстоянія въ километрахъ, верстахъ, миляхъ и т. д. не имѣетъ ни малѣйшаго смысла, потому что разумъ отказывается соединять съ столь громадными числами какія-либо представленія.

Что изъ того, если мы скажемъ, что разстояніе отъ насъ той же ближайшей звѣзды (α Центавра) равно 4000 милліардовъ миль, или 28000000000000 верстъ. Когда дѣло идетъ о билліонахъ, трилліонахъ и вообще о числахъ съ девятью, двѣнадцатью и т. д. нулями на концѣ, то рѣшительно все равно, скажемъ ли мы трилліонъ, скажемъ ли 20, 40 или 1000 билліоновъ,—все равно съ этими числами у насъ не связывается никакого реальнаго представленія. О громадности подобныхъ чиселъ можно судить только по такимъ поясненіямъ.

Попробуйте сосчитать по порядку до 20-ти трилліоновъ (2 съ тринадцатью нулями). Знаете ли, сколько потребуется на это времени? Не менѣе трехсотъ тысячъ лѣтъ, если считать непрерывно день и ночь. Итакъ, чтобы составить болѣе опредѣленное понятіе о громадности звѣздныхъ разстояній, необходимо ввести въ обращеніе какія-либо иныя мѣры или единицы для сравненія. Въ основу такой единицы положена *скорость свѣта.*

Достовѣрно извѣстно, что когда Солнце посылаетъ къ намъ свой лучъ, то онъ не мгновенно достигаетъ глаза.

Восемь минутъ проходитъ, пока лучъ свѣта, исходящій отъ Солнца, доходитъ до Земли. Такимъ образомъ, наблюдая Солнце, мы всегда видимъ его не такимъ, каково оно въ данный моментъ, а такимъ, какимъ оно было восемь минутъ тому назадъ. Если бы случилось, что среди яркаго солнечнаго дня вдругъ почему-либо погасло наше животворящее свѣтило, то еще 8 минутъ мы бы ничего не знали объ этомъ и наслаждались его свѣтомъ и тепломъ. Свѣтъ, какъ удостовѣрено многими и несомнѣнными путями, распространяется въ пространствѣ не мгновенно, а съ теченіемъ времени. Положимъ, что распространяется онъ съ изумительной быстротой, превышающей въ 10 тысячъ разъ быстроту пущенной изъ винтовки пули, но все же эта быстрота распространенія свѣта можетъ быть опредѣлена вполнѣ точно.

Въ одну секунду свѣтъ пробѣгаетъ по прямому направленію разстояніе, равное приблизительно 300000 километрамъ, или 280000 верстамъ. Быстрота по-истинѣ изумительная, о которой можно получить нѣкоторое представленіе, если скажемъ, что въ промежутокъ между двумя біеніями нашего сердца свѣтъ можетъ облетѣть вокругъ Земли не менѣе пяти разъ! Разстояніе, которое свѣтъ проходитъ въ теченіе года, назовемъ *свѣтовымъ годомъ.*

Если теперь сказать, что нужно около 4-хъ лѣтъ для того, чтобы свѣтъ могъ долетѣть до насъ отъ ближайшей звѣзды, то вы и получите нѣкоторое представленіе объ удаленности звѣздъ. Но такихъ «близкихъ» звѣздъ мало. Большинство ихъ удалено отъ насъ на неизмѣримо большія разстоянія, опредѣлить которыя пока не по силамъ наукѣ. Болѣе или менѣе точно извѣстны разстоянія сравнительно немногихъ звѣздъ.

У многихъ можетъ явиться естественный вопросъ: какимъ образомъ астрономы дошли до этихъ удивительныхъ открытій? Какъ смогли они хотя съ приблизительной, но достаточной точностью исчислить эти громадныя разстоянія? Насколько можно довѣрять подобнымъ выводамъ науки?

Задача объ опредѣленіи звѣздныхъ разстояній принадлежитъ, дѣйствительно, къ труднѣйшимъ въ астрономіи. Мы видѣли, что уже В. Гершель задавался этимъ вопросомъ, но долженъ былъ отступить передъ его трудностями. Только Фридрихъ-Вильгельмъ Бессель (1784—1846) довелъ точность и совершенство астрономическаго искусства до того, что могъ приняться за эту работу и съ успѣхомъ разрѣшить ее.

Бессель, какъ и много другихъ великихъ людей науки, только самому себѣ обязанъ своимъ астрономическимъ образованіемъ. Оставивъ гимназію, гдѣ онъ особенно враждовалъ съ латинскомъ языкомъ, Бессель 14-лѣтнимъ юношей поступилъ ученикомъ въ торговую фирму и готовилъ себя къ коммерческой дѣятельности,—къ роли путешествующаго представителя торговаго дома, или, какъ говорятъ теперь, «коммивояжера». Для этого онъ началъ дополнять свое образованіе изученіемъ языковъ и чтеніемъ книгъ, при чемъ знаніе основъ астрономіи, какъ будущему путешественнику по морямъ, ему казалось особенно важнымъ. Онъ принялся изучать астрономическую часть мореплаванія, и въ результатѣ получилось то, что въ 1804 году Бессель издалъ свою первую самостоятельную работу о кометѣ 1607 г., а въ 1810 г. былъ

Рис. 82. Ф. В. Бессель.

приглашенъ на каѳедру астрономіи въ Кёнигсбергѣ, гдѣ и умеръ, достигнувъ справедливой славы первокласснаго астронома всѣхъ временъ. Вліяніе Бесселя отразилось на всемъ дальнѣйшемъ развитіи астрономіи въ теченіе XIX вѣка.

Задачу объ опредѣленіи разстояній отъ насъ неподвижной звѣзды Бессель разрѣшилъ въ 1838 году, а именно онъ измѣрилъ разстояніе звѣзды 61 въ созвѣздіи Лебедя. Рѣшеніе задачи зависитъ отъ опредѣленія такъ называемаго годичнаго *параллакса* неподвижныхъ звѣздъ. Что же такое этотъ параллаксъ?

Представимъ себѣ, что мы находимся высоко въ пространствѣ въ точкѣ *A* — такъ высоко, что можемъ со стороны наблюдать висящее въ безпредѣльности Солнце и несущуюся вокругъ него по своей орбитѣ Землю. Соединимъ Солнце съ Землей радіусомъ *ST*. Изъ нашей точки *A* этотъ радіусъ будетъ виденъ подъ нѣкоторымъ угломъ *SAT*, и угломъ, очевидно, тѣмъ меньшимъ, чѣмъ дальше мы унесемся въ пространство. Вотъ этотъ-то уголъ и есть нашъ *параллаксъ*. Если знать величину этого угла и величину радіуса земной орбиты, то вычислить, на какомъ разстояніи мы находимся отъ Солнца и Земли, затрудненій не представляетъ. Это дѣло элементарной математики.

Теперь представимъ, что мы унеслись на какую-либо звѣзду и наблюдаемъ оттуда нашу солнечную систему. Солнце представится намъ оттуда тоже болѣе или менѣе блестящей звѣздочкой — точкой, а уголъ, подъ которымъ мы будемъ видѣть радіусъ орбиты Земли, и есть годичный параллаксъ нашей звѣзды.

Но здѣсь-то и начинается своего рода трагедія, со временъ Коперника и до Бесселя волновавшая астрономовъ.

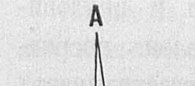


Рис. 83. Звѣздный параллаксъ.

Какъ ни громаденъ по нашимъ представленіямъ кругъ, описываемый Землей около Солнца (300 милліоновъ километровъ въ поперечникѣ), но по сравненію съ разстояніями звѣздъ онъ оказывается величиной или совершенно *исчезающей* или настолько малой, — прямо-таки ничтожной, что для того, чтобы опредѣлить ее, необходима самая изощренная и умѣлая наблюдательность, самые совершенные инструменты.

Если Земля носится вокругъ Солнца въ пространствѣ, а звѣзды неподвижны на небосводѣ, то съ различныхъ точекъ земного пути онѣ должны представляться на небосводѣ подъ различными углами. Измѣряя эти углы, можно опредѣлить годичный параллаксъ любой звѣзды, а слѣдовательно найти ея разстояніе отъ насъ. Таковъ былъ вполнѣ логическій выводъ изъ основного положенія Коперника о движеніи Земли. Не подозрѣвая еще всей огромности звѣздныхъ разстояній, астрономы предались опредѣленію параллаксовъ. Попутно были сдѣланы великія и важныя открытія, но самый параллаксъ неподвижныхъ звѣздъ оставался недоступенъ учету. Очевидно было, что или звѣзды находятся на такихъ огромныхъ разстояніяхъ, которыя совсѣмъ недоступны никакому представленію и учету, или же для учета параллаксовъ необходима точность, доходящая до сотыхъ и тысячныхъ частей секунды угла. Такая точность, о которой астрономы до Бесселя не могли и мечтать. Послѣднее неудивительно, если сообразить, что *одной* цѣлой секундой называется уголъ, подъ которымъ виденъ предметъ поперечникомъ всего въ 1 сантиметръ на разстояніи около 2 километровъ (2,062 кил.).

Бесселю удалось, однако, побѣдить всѣ эти трудности, и неуловимый дотолѣ параллаксъ неподвижныхъ звѣздъ былъ уловленъ посредствомъ наблюденій надъ звѣздой 61 Лебедя. Вотъ какъ разсказываетъ объ этомъ самъ великій астрономъ въ своихъ «Populäre Vorlesungen», опубликованныхъ послѣ его смерти Шумахеромъ въ 1848 г.

Съ тѣхъ поръ какъ, Коперникъ пришелъ къ великому по своему значенію выводу, что не только планеты; но и Земля вращается вокругъ Солнца, нельзя было болѣе сомнѣваться, что всѣ видимые съ Земли предметы, не участвующіе въ ея движеніи, должны представляться движущимися по небесному своду, хотя бы они сами были неподвижны. Такъ какъ Земля въ теченіе года проходитъ всѣ точки своего пути, то, если проводить отъ нея къ какой-нибудь неподвижной точкѣ линіи, послѣднія будутъ пересѣкаться въ этой точкѣ, измѣняя постепенно свое направленіе. Другими словами, намъ будетъ казаться, что неподвижная точка постоянно измѣняетъ свое положеніе и въ теченіе года описываетъ по небесному своду извѣстный путь. Такимъ образомъ и неподвижныя звѣзды должны имѣть это кажущееся движеніе и измѣнять свое относительное положеніе. Эти измѣненія будутъ тѣмъ больше, чѣмъ разстояніе звѣзды будетъ къ намъ ближе, и наоборотъ. Поэтому по величинѣ этихъ измѣненій можно опредѣлить ихъ разстояніе.

Этотъ вполнѣ логическій выводъ изъ ученія Коперника противорѣчитъ старому ученію, по которому неподвижныя звѣзды не измѣняютъ своего положенія. Это былъ одинъ изъ важнѣйшихъ по значенію и послѣдствіямъ аргументовъ противъ системы Коперника.

Противники новаго ученія были въ правѣ требовать отъ его послѣдователей показать движенія неподвижныхъ звѣздъ, являющіяся необходимымъ слѣдствіемъ этого ученія. Но послѣдователи Коперника могли возразить на это только то, что разстояніе неподвижныхъ звѣздъ отъ Земли такъ велико, что ничтожныя измѣненія ихъ относительно положенія въ теченіе годового цикла движенія Земли не могутъ быть замѣчены вслѣдствіе несовершенства методовъ наблюденія.

Съ появленіемъ новой міровой системы выступила, поэтому, на первый планъ задача увеличить остроту наблюденія въ такой степени, чтобы не только сдѣлать видными движенія неподвижныхъ звѣздъ, не и опредѣлить величину этихъ движеній и самое разстояніе неподвижныхъ звѣздъ.

Исторія астрономіи, какъ науки, требующей точныхъ наблюденій, начинается не раньше времени Тихо Браге. Послѣдній не только сумѣлъ понять огромное значеніе точности наблюденій, но и довелъ методы до точнаго совершенства, которое далеко оставляло за собой все, что было сдѣлано въ этомъ отношеніи раньше. Его обсерваторія обладала такимъ богатствомъ инструментовъ, что его наблюденія получили точность до одной минуты. Такая неслыханная до того времени точность дала возможность сдѣлать открытія въ области солнечной системы, прославившія имя Кеплера. Но наблюденія Тихо относительно Полярной Звѣзды, несмотря на ихъ точность, не послужили къ открытію измѣненій положенія этой звѣзды относительно перемѣщенія земного шара.

Положенія, занимаемыя Землею и неподвижною звѣздою, взаимно противоположны на небесномъ сводѣ. Въ то время, какъ Земля описываетъ свой путь, неподвижная звѣзда описываетъ также на небесномъ сводѣ видимый путь, одинаковый по формѣ и по величинѣ пути, описываемому Землею, по скольку онъ видимъ со звѣзды. Путь же, описываемый Землею, если на него смотрѣть со звѣзды, представляется въ видѣ фигуры, которую представитъ кругъ, если его разсматриваютъ подъ угломъ. Фигура эта—эллипсъ, тѣмъ болѣе удлиненный, чѣмъ меньше уголъ, образуемый продолженіемъ линіи, соединяющей звѣзду и Солнце до ея пересѣченія съ плоскостью земной орбиты. Если уголъ этотъ равенъ нулю, т. е. если звѣзда находится гдѣ-нибудь въ отдаленной точкѣ самой плоскости земной орбиты, то эллипсъ удлиняется до прямой линіи. Чѣмъ больше, напротивъ, этотъ уголъ, тѣмъ эллипсъ менѣе удлиненъ. Если онъ равенъ прямому, то есть если звѣзда находится на протяженіи перпендикулярной къ плоскости орбиты линіи, проходящей чрезъ Солнце, то земной путь представляется въ своемъ истинномъ видѣ, въ видѣ эллипса, мало, какъ извѣстно, отличающагося отъ круга (см. рис. 83).

Величина же земного пути, видимая со звѣзды, зависитъ, напротивъ, не отъ наклоненія линіи зрѣнія къ его плоскости, а исключительно отъ разстоянія самой звѣзды. Если это разстояніе равняется 57 радіусамъ земной орбиты, то ея радіусъ видимъ на этомъ разстояніи подъ угломъ въ одинъ градусъ. Если оно достигаетъ 3438 радіусовъ, то уголъ зрѣнія равенъ одной минутѣ, при удаленіи же въ 206265 радіусовъ орбиты онъ равенъ одной секундѣ.

Ясно, что наблюденія, цѣль которыхъ опредѣлить эти годичные параллаксы1) неподвижной звѣзды, должны быть тѣмъ точнѣе, чѣмъ меньше параллаксъ.

Опредѣленіе разстоянія неподвижныхъ звѣздъ, годичные параллаксы которыхъ равны 30″,5 или $^{1}/_{2}$ секундамъ, а ихъ разстоянія, слѣдовательно, относительно равны 6 875, 41 253 и 412 530 радіусамъ земной орбиты, представляетъ не бо́льшую трудность, чѣмъ измѣреніе отдаленія предмета, находящагося на одну милю отъ постоянной линіи, длина которой имѣетъ послѣдовательно 7 футовъ, 14 дюймовъ или $1^{2}/_{5}$ дюйм. Если годичный параллаксъ неподвижной звѣзды равенъ, напр., $^{1}/_{2}$ секунды, т.-е. если она удалена на 412 530 радіусовъ земной орбиты, то, чтобы опредѣлить такой параллаксъ, требуется такая же точность наблюденій, какая нужна, чтобы замѣтить измѣненіе положенія предмета, удаленнаго на разстояніе мили при перемѣщеніи пункта наблюденія на $1^{2}/_{5}$ дюйма.

Когда мнѣ сдѣлалась извѣстной точность, которую можетъ придать наблюденіямъ большой геліометръ 2), помѣщенный въ концѣ 1829 года въ Кёнигсбергской обсерваторіи, я сталъ надѣяться, что, благодаря этому инструменту, наконецъ, удастся опредѣлить годичный параллаксъ неподвижныхъ звѣздъ, чего не удавалось до сихъ поръ сдѣлать, вопреки самымъ настойчивымъ попыткамъ и постоянно совершенствующейся точности наблюденій.

Я сдѣлалъ предметомъ моихъ наблюденій годичный параллаксъ звѣзды 61 въ созвѣздіи Лебедя. Это маленькая, едва видимая простымъ глазомъ звѣзда, но она можетъ считаться одной изъ ближайшихъ къ намъ неподвижныхъ звѣздъ, а потому получаетъ для насъ особенное значеніе. Уже начиная съ половины прошлаго столѣтія стало извѣстно, что многія неподвижныя звѣзды показываютъ поступательныя движенія на небесномъ сводѣ. Не только ихъ отношеніе къ сосѣднимъ звѣздамъ, но и ихъ группировка совершенно при этомъ измѣняются.

Звѣзда 61 Лебедя обладаетъ, между другими неподвижнымъ звѣздами, наибольшимъ собственнымъ движеніемъ. Послѣднее въ теченіе года равно, приблизительно, 5 секундамъ. Ни одно изъ основаній, по которому мы судимъ о большей или меньшей отдаленности неподвижной звѣзды, не исключаетъ ошибки. Поэтому, лучше всего слѣдовать указанію близости ея, даваемому величиною ея движенія, особенно если дѣло идетъ о выборѣ звѣзды, которую хотятъ сдѣлать предметомъ изслѣдованія годичнаго параллакса. Этотъ признакъ менѣе обманчивъ, чѣмъ степень яркости звѣзды, которая, напр., повела бы къ совершенно ошибочному выводу, если бы ею руководились въ сужденіи о разстояніяхъ отъ Солнца планетъ. Когда я узналъ изъ наблюденій Брадлея о большомъ собственномъ движеніи звѣзды 61 Лебедя, я предположилъ, что найду ея годичный параллаксъ большимъ, чѣмъ всѣ до сихъ поръ безуспѣшно опредѣляемые параллаксы другихъ звѣздъ.

Я выбралъ для предмета моихъ настоящихъ наблюденій звѣзду 61 Лебедя вслѣдствіе представляемаго ею большаго движенія. Сверхъ того, это двойная звѣзда, и

---

1) Годичнымъ параллаксомъ звѣзды называютъ уголъ, подъ которымъ виденъ радіусъ земной орбиты съ этой звѣзды (см. выше, стран. 157).

2) Геліометръ Фраунгофера представляетъ собой аппаратъ, служащій астроному для измѣренія самыхъ малыхъ измѣненій разстоянія. Упомянутый Бесселемъ геліометръ, который онъ употреблялъ, есть первый, вышедшій изъ мастерской Фраунгофера. Онъ составляетъ до сихъ поръ украшеніе Кёнигсбергской обсерваторіи.

мнѣ казалось, что я могу ее наблюдать съ большею точностью, чѣмъ отдѣльную звѣзду. Наконецъ, она окружена многими маленькими звѣздами, между которыми можно, по желанію, выбрать одну, какъ пунктъ сравненія.

Мои наблюденія заключались въ измѣреніи разстоянія между точкою, лежащей въ срединѣ двухъ составляющихъ пару звѣздъ, и двумя другими, по близости находящимися звѣздами 9 и 10 величины. Назовемъ эти послѣднія *a* и *b*. Рис. 84 показываетъ взаимное положеніе двойной звѣзды и этихъ маленькихъ звѣздъ. Обѣ звѣзды, составляющія пару, для ясности представлены болѣе удаленными другъ отъ друга сравнительно съ послѣдними, чѣмъ это есть въ дѣйствительности. Звѣзда, находящаяся на правой сторонѣ, нѣсколько ярче другой.

Изъ вышеприведенныхъ объясненій понятно, что опредѣленіе разстоянія звѣзды 61 (ея средняго пункта) отъ каждой изъ выбранныхъ для сравненія звѣздъ *a* и *b* позволяетъ узнать ея годичный параллаксъ. Звѣзда 61 движется по эллипсу, положеніе плоскости котораго по отношенію къ плоскости земной орбиты извѣстно. Большой діаметръ этого эллипса равняется удвоенному годичному параллаксу. Звѣзда, избранная для сравненія, описываетъ также эллипсъ и такой же формы. Діаметръ же его меньше въ такомъ же отношеніи, въ какомъ меньше его годичный параллаксъ въ сравненіи съ звѣздою 61. Обѣ звѣзды описываютъ свои эллипсы одинаково, т. е. онѣ находятся всегда въ точкахъ, аналогично расположенныхъ на описываемомъ ими пути. Ихъ взаимное разстояніе испытываетъ, поэтому, измѣненіе, соотвѣтствующее относительной величинѣ ихъ эллипсовъ. При этомъ я не принимаю въ расчетъ аберраціи[1], хотя, благодаря ей, движенія обѣихъ звѣздъ въ теченіе года значительнѣе, чѣмъ маленькіе годичные параллаксы. Она, очевидно, не имѣла бы никакого вліянія на разстояніе обѣихъ звѣздъ, если бы онѣ обѣ имѣли совершенно одинаковое движеніе на небесномъ сводѣ. Движеніе, видимое вслѣдствіе аберраціи, зависитъ, однако, отъ положенія, занимаемаго звѣздою на небесномъ сводѣ. Такъ какъ разстоянія звѣзды 61 отъ звѣздъ *a* и *b* близко (до *a* только 7′28″, до *b* 11′46″), хотя онѣ и не вполнѣ совпадаютъ, то должна существовать небольшая разница аберраціи. Небольшое вліяніе, которое эта разница можетъ имѣть на ихъ

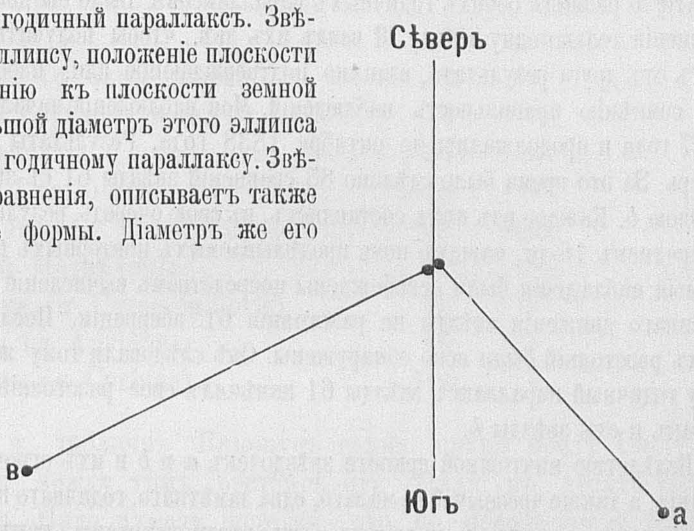


Рис. 84.

---

[1] Аберрація или кажущееся перемѣщеніе звѣзды происходитъ отъ того, что скорость движенія Земли находится въ опредѣленномъ отношеніи къ скорости свѣта (1 : 10 000). На этомъ основаніи въ результатѣ нужно дѣлать поправку, приходящуюся на движеніе телескопа (Брадлей 1726). Объ этомъ явленіи намъ придется еще говорить.

взаимныя разстоянія, легко опредѣляется вычисленіемъ и не представляетъ никакого затрудненія.

Далѣе, я не принялъ во вниманіе вліянія, которое можетъ оказать собственное движеніе звѣзды 61 на разстоянія. Эго вліяніе состоитъ, очевидно, въ очень однообразномъ измѣненіи разстоянія, величину котораго легко вычислить, когда извѣстно собственное движеніе звѣзды. Тогда можно всѣ сдѣланныя въ теченіе извѣстнаго періода измѣренія разстояній свести къ величинѣ, получаемой въ томъ случаѣ, если бы звѣзда 61 оставалась неизмѣнно на одномъ и томъ же мѣстѣ, гдѣ она находилась въ опредѣленное время, напр., въ началѣ 1838 года.

Изъ вышесказаннаго ясно, какимъ образомъ предположенныя измѣренія разстояній звѣзды 61 отъ каждой изъ обѣихъ взятыхъ для сравненія звѣздъ, могутъ дать понятіе о разницѣ обоихъ годичныхъ параллаксовъ. Было бы достаточно взять для сравненія только одну звѣзду. Я взялъ ихъ двѣ, чтобы получить два независимые другъ отъ друга результата, взаимно подтверждающіе или, наоборотъ, подвергающіе сомнѣнію правильность наблюденій. Мои наблюденія начались съ 16 августа 1837 года и продолжались до октября 1838 года. Результаты ихъ я и сообщаю теперь. За это время было сдѣлано 85 сравненій звѣзды 61 съ звѣздою *a* и 98 съ звѣздою *b*. Каждое изъ нихъ составляетъ, въ свою очередь, результатъ нѣсколькихъ, въ среднемъ 16-ти, каждую ночь продѣлываемыхъ повторныхъ измѣреній. Всѣ сдѣланныя наблюденія были освобождены посредствомъ вычисленій отъ вліяній и собственнаго движенія звѣзды на разстоянія 61 аберраціи. Послѣ этого измѣненія этихъ разстояній были ясно обнаружены. Онѣ слѣдовали тому же закону, по которому годичный параллаксъ звѣзды 61 измѣнялъ свое разстояніе какъ отъ звѣзды *a*, такъ и отъ звѣзды *b*.

Вслѣдствіе ничтожной яркости звѣздочекъ *a* и *b* и ихъ огромнаго отъ насъ разстоянія, а также чрезвычайно малаго, едва замѣтнаго, годичнаго параллакса, выводы, къ которымъ я пришелъ, не могутъ быть разсматриваемы, какъ вполнѣ несомнѣнные. Но я рѣшилъ подкрѣпить ихъ рядомъ многочисленныхъ наблюденій и, изъ совокупности всѣхъ сравненій звѣзды 61 съ звѣздами *a* и *b*, сдѣлать средній выводъ, исходя изъ предположенія незначительности годичныхъ параллаксовъ двухъ послѣднихъ звѣздъ для опредѣленія годичнаго параллакса звѣзды 61. Послѣдовавъ этому рѣшенію и выполнивъ его, я нашелъ, что годичный параллаксъ 61-й звѣзды въ созвѣздіи Лебедя нѣсколько больше 31 сотой секунды.

Изъ этого слѣдуетъ, что разстояніе ея отъ Солнца равняется 657 700 радіусамъ земной орбиты. Свѣтъ употребляетъ около 10 лѣтъ, чтобы пробѣжать это разстояніе. Оно такъ велико, что доступно только нашему пониманію, но превосходитъ силы нашего чувственнаго представленія. Всякія попытки сдѣлать его нагляднымъ разбиваются объ огромность числа, въ которомъ оно можетъ быть выражено. Разстояніе, проходимое свѣтомъ въ теченіе одного года, также мало нами можетъ быть представлено, какъ и то, которое имъ проходится въ 10 лѣтъ. Если мы возьмемъ, какъ мѣрило, болѣе наглядное для насъ разстояніе въ 200 миль, проходимое паровозомъ въ теченіе дня, то, чтобы пробѣжать это разстояніе ему, потребовалось бы 68 000 милліоновъ такихъ дневныхъ переѣздовъ или почти 200 милліоновъ лѣтъ.

Послѣ Бесселя измѣреніемъ параллакса 61 Лебедя занимались многіе выдающіеся наблюдатели, и если взять среднее всѣхъ этихъ наблюденій, то слѣдуетъ заключить, что разстояніе этой звѣзды отъ насъ должно быть не менѣе 500 000 радіусовъ земной орбиты, или круглымъ числомъ оно равно $8^1/_2$ свѣтовымъ годамъ. Самой близкой къ намъ изъ изслѣдованныхъ звѣздъ оказывается α Центавра,—одна изъ наиболѣе яркихъ звѣздъ на видимомъ небѣ.

Вотъ выраженныя въ свѣтовыхъ годахъ разстоянія нѣкоторыхъ изъ звѣздъ, конечно, болѣе или менѣе приблизительныя:

Звѣзда.	Разстояніе.
α Центавра	$3^1/_2$ года.
61 Лебедя	$8^1/_2$ лѣтъ.
Проціонъ (α Canis minoris)	10 »
Сиріусъ (α Canis majoris)	10 »
70 Змѣеносца	14 »
Вега (α Lyrae)	20 »
β Кассіопеи	22 года.
δ Малой Медвѣдицы	27 лѣтъ.
Полярная (α Ursae minoris)	40 »
Капелла (α Aurigae)	56 »
Канопусъ (α Carinae)	100 »

Приведенный въ табличкѣ Канопусъ самая яркая послѣ Сиріуса звѣзда на небѣ, а между тѣмъ отстоитъ отъ Земли въ десять разъ дальше послѣдняго. Надо думать поэтому, что по *абсолютной* величинѣ—это самая большая изъ звѣздъ первой величины. Необходимо замѣтить, впрочемъ, что въ дѣлѣ оцѣнки звѣздныхъ разстояній сдѣланы только первые шаги. Разстоянія огромнаго большинства звѣздъ намъ неизвѣстны.

Дѣлались и дѣлаются попытки судить о разстояніяхъ звѣздъ по ихъ яркости. Казалось бы, что наиболѣе яркія звѣзды должны быть ближе къ намъ, чѣмъ болѣе слабыя. Однако по приведеннымъ даже выше примѣрамъ это не всегда оправдывается. Наконецъ какъ судить о разстояніяхъ телескопическихъ звѣздъ 15-ой, 16-ой и т. д. величины?

Здѣсь необходимо принять во вниманіе заслуживающіе самаго серьезнаго вниманія доводы, по которымъ считаютъ, что міровое пространство заполнено особаго рода средой—*эѳиромъ*, родомъ въ высшей степени тонкой, упругой и вѣсомой жидкости, служащей проводникомъ свѣта; но, съ другой стороны, свѣтовые лучи, проходя въ такой средѣ огромные пути, неизбѣжно должны ослабѣвать—подвергаться *поглощенію*. Если это такъ, то могутъ существовать звѣзды, свѣтъ отъ которыхъ совсѣмъ не доходитъ до насъ вслѣдствіе поглощенія. Какъ бы ни совершенствовались телескопы, какъ бы ни увеличивалась чувствительность фотографической пластинки, есть, однако, вѣчно таинственныя области, откуда не проникнетъ къ намъ ни одинъ лучъ... Здѣсь возможно пока только пускаться въ область тѣхъ или иныхъ болѣе или менѣе обоснованныхъ предположеній. Струве, напримѣръ, пришелъ къ выводу, что никакіе телескопы не могутъ проникнуть далѣе тѣхъ звѣздъ, которыя лежатъ отъ насъ на разстояніи 12 000 свѣтовыхъ лѣтъ.

Проникая въ звѣздные міры, мы вступаемъ въ океанъ загадокъ, большинство которыхъ человѣчеству еще не удалось разрѣшить. Бездна неизвѣстнаго лежитъ передъ нами. Пытливости человѣческаго ума предстоитъ еще такая работа, предъ которой блѣднѣетъ все сдѣланное до сихъ поръ.

Звѣзды свѣтятъ несомнѣнно собственнымъ свѣтомъ, подобно нашему Солнцу. Интересно и важно опредѣлить эту силу звѣзднаго излученія. Фотометрическія (свѣтоизмѣрительныя) изслѣдованія Цельнера показали, что свѣтъ Капеллы (α Aurigae) приблизительно въ 56 000 милліоновъ разъ слабѣе свѣта нашего Солнца. Вега (α Lyrae), сила свѣта которой среди звѣздъ принята за единицу, свѣтитъ приблизительно въ 46 000 милліоновъ разъ слабѣе Солнца. Самая яркая звѣзда неба Сиріусъ (α Canis Majoris) слабѣе Солнца приблизительно въ 11 000 милліоновъ разъ, а яркость самой близкой къ намъ звѣзды, α Центавра, въ 34 000 милліона разъ меньше яркости Солнца.

Разница въ абсолютной яркости перечисленныхъ звѣздъ и Солнца казалось бы громадная,—и въ пользу Солнца. Но примемъ въ соображеніе указанныя раньше разстоянія отъ насъ α Центавра, Сиріуса, Веги и Капеллы и попробуемъ отодвинуть на эти разстоянія Солнце. Въ такомъ случаѣ:

На разстояніи		α Центавра	Солнце	окажется	звѣздой	1-ой	велич.
»	»	Сиріуса	»	»	»	2—3	»
»	»	Веги	»	»	»	5	»
»	»	Капеллы	»	»	»	6	»

Если бы мы попробовали отодвинуть наше Солнце на разстояніе блестящаго Арктура (α Bootis), то получилась бы вмѣсто наблюдаемаго могущественнаго и величественнаго свѣтила невидимая простымъ глазомъ звѣздочка 8-ой величины. Отсюда ясно, что въ ряду другихъ звѣздъ наше Солнце занимаетъ сравнительно скромное рядовое мѣсто.

Но не однимъ разнообразіемъ и огромностью своихъ разстояній поражаютъ звѣзды. Разнообразны также и цвѣта ихъ, хотя на первый взглядъ онѣ кажутся глазу серебристо-бѣлыми точками. На самомъ же дѣлѣ на небѣ существуютъ звѣзды всевозможныхъ цвѣтовыхъ оттѣнковъ. Словно кто щедрой горстью разсыпалъ въ необъятномъ пространствѣ неисчислимое количество самоцвѣтныхъ камней: рубиновъ, гранатовъ, топазовъ, изумрудовъ. Болѣе всего наблюдается красныхъ звѣздъ, изъ которыхъ простымъ глазомъ можно наблюдать, напр., Альдебаранъ — въ созвѣздіи Тельца, Антаресъ—въ Скорпіонѣ, Бетейгейзе—въ Оріонѣ, Поллуксъ въ Близнецахъ, α Геркулеса и т. д.

Такъ называемыя *двойныя звѣзды*, т. е. звѣзды, весьма близко стоящія другъ отъ друга и вращающіяся одна около другой, тоже часто восхищаютъ наблюдателей красивымъ сопоставленіемъ цвѣтовъ. Бываетъ такъ, что одна звѣзда окрашена въ красный, а рядомъ стоящая съ ней въ зеленый цвѣтъ, одна топазовая, другая голубая и т. д. Но подобныя двойныя звѣзды могутъ быть наблюдаемы только въ зрительныя трубы.

Рис. 85. Вильгельмъ Струве.

Наконецъ, есть на небѣ не мало звѣздъ, яркость которыхъ въ опредѣленные промежутки времени то возрастаетъ, то убываетъ,—яркость звѣзды измѣняется *періодически*. Въ этомъ отношеніи особенно замѣчателенъ уже упомянутый Альголь въ созвѣздіи Персея (β Persei), яркость котораго подвергается изумительнымъ колебаніямъ: въ теченіе $2^1/_2$ дней Альголь блещетъ, какъ звѣзда второй величины, затѣмъ вдругъ въ теченіе 3—4 часовъ доходитъ до едва замѣтнаго мерцанія и въ такомъ состояніи остается 20 минутъ, а затѣмъ снова въ 3—4 часа постепенно разгорается до яркости 2-й величины, чтобы черезъ $2^1/_2$ дня повторить тѣ же измѣненія. Въ звѣздныхъ атласахъ и астрономическихъ календаряхъ читатель найдетъ перечень, если не всѣхъ, то главнѣйшихъ изъ этихъ такъ называемыхъ *перемѣнныхъ* звѣздъ. Съ каждымъ годомъ ихъ открываютъ на небѣ все болѣе и болѣе. О причинахъ періодическаго измѣненія яркости звѣздъ будетъ рѣчь въ слѣдующей главѣ.

Точно также съ каждымъ годомъ увеличивается все болѣе и болѣе число уже упомянутыхъ *двойныхъ* звѣздъ, т. е. свѣтилъ, видимо тяготѣющихъ другъ къ другу и составляющихъ физическую *систему*. Въ настоящее время извѣстно не менѣе 10 000 двойныхъ звѣздъ. Слѣдуетъ имѣть въ виду, что помимо звѣздныхъ паръ существуютъ тройныя, четверныя, словомъ *многократныя* звѣзды, также составляющія цѣлыя *системы* взаимно-тяготѣющихъ другъ къ другу солнцъ, движущихся вокругъ ихъ общаго центра тяжести. Наконецъ, многое изъ того, что казалось прежде еле-еле мерцающими, расплывчатыми и еле замѣтными даже въ телескопы туманностями, въ гершелевскіе рефлекторы и современные рефракторы «разложилось» въ необъятныя скопленія звѣздъ, въ *звѣздныя кучи*, составляющія такія сложныя системы другъ къ другу тяготѣющихъ міровъ, что сколько либо разобраться въ нихъ еще далеко не по силамъ и средствамъ современной наукѣ.

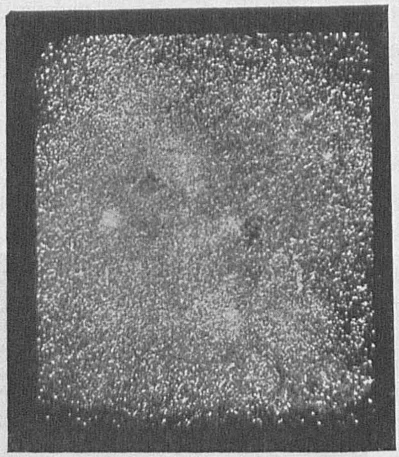


Рис. 86. Часть Млечнаго Пути въ Орлѣ. Яркая Звѣзда налѣво въ центрѣ — Альтаиръ.

Чѣмъ болѣе усиливались средства наблюденій, тѣмъ болѣе открывалось на небѣ звѣздныхъ кучъ, тѣмъ болѣе туманностей разлагалось въ эти звѣздныя скопленія. Возникло было предположеніе, что всѣ туманности не что иное, какъ звѣздныя кучи, но только столь отдаленныя, что ихъ не въ силахъ разложить телескопъ. Скоро пришлось отказаться отъ этой мысли. Помимо звѣздныхъ кучъ дѣйствительно существуютъ и газообразныя туманности, при чемъ отъ состоянія крайняго разрѣженія и до обращенія въ сонмища неисчислимаго количества звѣздъ, наполняющая вселенную матерія проходитъ всѣ промежуточныя стадіи уплотненія и развитія. Въ настоящее время туманности считаются уже сотнями тысячъ.

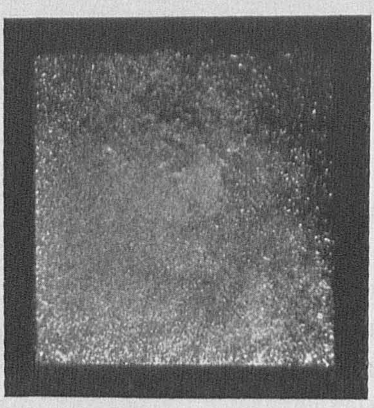


Рис. 87. Часть Млечнаго Пути у туманности Месье.

Въ великой задачѣ опредѣленія размѣровъ и строенія вселенной звѣздныя скопленія и туманности должны сыграть первенствующую и важнѣйшую роль. Но, съ одной стороны, на правильный путь ихъ изученія наука вступила сравнительно недавно, а съ другой, предметъ столь сложенъ, обширенъ и вмѣстѣ деликатенъ, что все сдѣланное въ этой области можно считать только первымъ болѣе или менѣе вѣроятнымъ приближеніемъ къ истинѣ.

Трудность задачи изслѣдованія увеличивается прежде всего тѣмъ, что огромное большинство туманностей удалено на столь громадныя разстоянія и обладаетъ столь нѣжнымъ и слабымъ свѣченіемъ, что доступно наблюденіямъ только въ могущественнѣйшіе телескопы или запечатлѣвается только на самыхъ свѣточувствительныхъ пластинкахъ. Невооруженнымъ глазомъ на всемъ небѣ можно видѣть только около 20-ти туманностей, да и то при благопріятныхъ условіяхъ атмосферы, при отсутствіи луннаго свѣта и освѣщенія около наблюдателя.

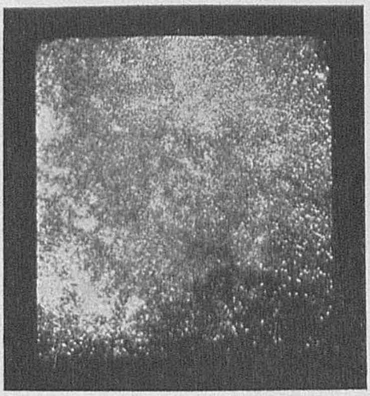


Рис. 88. Часть Млечнаго Пути въ созвѣздіи Змѣеносца.

Есть однако на небѣ красота изъ красотъ и чудо изъ чудесъ — огромнѣйшая кольцеобразная серебристая туманность, представляющая величественнѣйшее изъ величественныхъ скопленіе звѣздъ и доступная наблюденію каждаго — это *Млечный Путь*. Наблюденіемъ и тщательной зарисовкой *границъ* этого величественнаго явленія, какъ оно представляется невооруженному глазу, каждый истинный любитель неба можетъ и въ настоящее время принести пользу наукѣ, кропотливо и шагъ за шагомъ изучающей малѣйшія детали этого ключа къ объясненію истиннаго строенія вселенной.

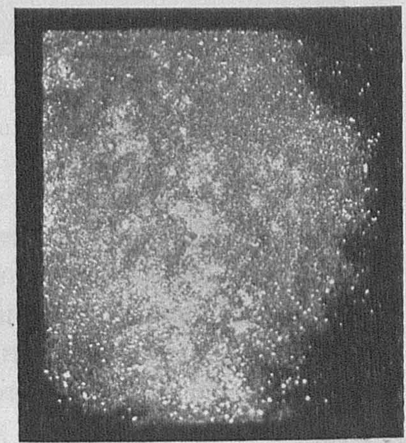


Рис. 89. Часть Млечнаго Пути въ созвѣздіи Стрѣльца между туманностями Трифидъ и Омега.

Туманообразная свѣтлая полоса Млечнаго Пути разлагается въ телескопы на неисчислимое количество звѣздъ. Наименѣе яркое мѣсто его лежитъ въ созвѣздіи Оріона. Отсюда Млечный Путь проходитъ черезъ созвѣздіе Единорога, между Близнецами и Тельцомъ, къ Возничему, при чемъ дѣлается все болѣе и болѣе яркимъ. Затѣмъ онъ направляется къ созвѣздіямъ Персея и Кассіопеи, и въ Лебедѣ достигаетъ наибольшей яркости и красоты. Здѣсь онъ дѣлится на два потока. Одинъ болѣе яркій (южный) проходитъ черезъ созвѣздія Орла, Щита, Собѣсскаго и Стрѣльца; другой болѣе слабый (сѣверный) идетъ черезъ созвѣздіе Змѣи (гдѣ дѣлается *почти* незамѣтнымъ) къ Скорпіону. Здѣсь Млечный Путь достигаетъ наибольшей ширины и соединяется *опять* съ первымъ отвѣтвленіемъ. Далѣе полоса Млечнаго Пути проходитъ черезъ

Южный Крестъ. Затѣмъ въ теченіи его встрѣчается нѣсколько ослабленій и перерывовъ, напр., въ такъ называемомъ «Угольномъ мѣшкѣ» (совершенно темномъ пространствѣ южнаго неба). Наконецъ черезъ созвѣздіе Корабля (Argo) — онъ возвращается опять къ Единорогу.

Такимъ образомъ Млечный Путь имѣетъ, несомнѣнно, кольцеобразное строеніе. Въ нашихъ широтахъ мы не видимъ всего его кольца. Во всемъ великолѣпіи это небесное образованіе видимо только съ экватора и прилегающихъ къ нему мѣстъ, гдѣ при суточномъ обращеніи Земли около оси всѣ части неба проходятъ надъ горизонтомъ. Тамъ глазамъ наблюдателя Млечный Путь представляется, какъ *замкнутое кольцо.*

Центръ этого кольца не совпадаетъ, однако, съ центромъ видимой нами сферы небесной, а лежитъ южнѣе послѣдняго. Слѣдовательно, кольцо Млечнаго Пути тянется не по большому кругу небесной сферы, а по одному изъ параллельныхъ его круговъ. Полюсъ этого великаго кольца, т. е. точка на небѣ, одинаково удаленная отъ всѣхъ его частей (насколько это возможно опредѣлить при видимой неправильности кольца), находится приблизительно на границѣ созвѣздій Волосъ Вероники и Гончихъ Псовъ.

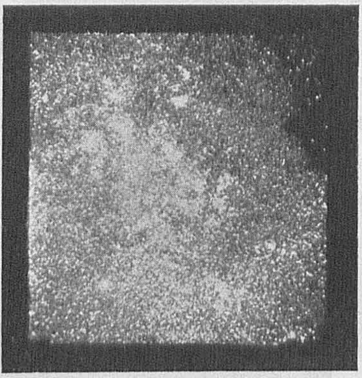


Рис. 90. Часть Млечнаго Пути въ созвѣздіи Стрѣльца у хвоста Скорпіона.

Если окинуть вглядомъ все кольцо Млечнаго Пути, то окажется, что противъ самыхъ узкихъ и слабо видимыхъ частей его лежатъ на небосводѣ самыя широкія и яркія, при чемъ отчетливо выступаетъ и его раздвоеніе.

Приведенныя особенности расположенія и вида Млечнаго Пути приводятъ прежде всего къ заключенію, что мы (т. е. наше Солнце съ окружающими его тѣлами) находимся, во-первыхъ, не въ главной плоскости великаго звѣзднаго вѣнца, а нѣсколько сѣвернѣе ея, и, во-вторыхъ, что система нашего Солнца лежитъ ближе къ яркой и широкой части Млечнаго Пути и дальше отъ узкой и мало замѣтной глазу.

Свѣтлыя и темныя пятна всевозможныхъ оттѣнковъ и формъ, развѣтвленія, выступы, выемки, всякого рода каналы и перешейки указываютъ на весьма сложное строеніе Млечнаго Пути. По всѣмъ даннымъ современной науки предъ нами разстилается огромный звѣздный пластъ, имѣющій, по всей вѣроятности, спиралеобразное строеніе. Измѣрить длину и ширину этого пласта мы не въ состояніи. Толща же пласта по сравненію съ его длиной и шириной меньше. По мѣрѣ удаленія отъ глав-

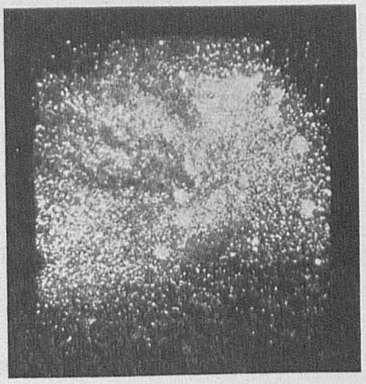


Рис. 91. Часть Млечнаго Пути возлѣ Антафеса α Scorpii).

ной плоскости Млечнаго Пути все болѣе и болѣе уменьшается густота звѣздъ на небѣ. Большая часть такихъ туманностей, которыя разложимы на звѣздныя скопленія и кучи, также находится въ сосѣдствѣ Млечнаго Пути. Это указываетъ на то, что эти звѣздныя скопленія слѣдуетъ считать не самостоятельными образованіями, а мѣстными сгущеніями въ большемъ звѣздномъ скопленіи Млечнаго Пути. Наоборотъ, между *неразложимыми* туманностями и Млечнымъ Путемъ подобной связи, повидимому, не существуетъ. Онѣ, наоборотъ, концентрируются около полюса Млечнаго Пути. Такъ что получается такое соотношеніе: тамъ, гдѣ больше звѣздъ, — меньше газообразныхъ туманностей и наоборотъ.

Возвратимся однако къ Млечному Пути. На основаніи имѣющихся наблюденій астрономъ Прокторъ сдѣлалъ попытку набросать болѣе опредѣленныя очертанія этого громаднаго образованія. Рисунокъ 92 представляетъ эту попытку. Существованіе внутренней спирали весьма гадательно. Если она существуетъ на самомъ дѣлѣ, то все образованіе напоминаетъ туманность Оріона съ ея большой спиралью, о которой сейчасъ будетъ рѣчь. Другіе факты, которые можно вывести изъ опредѣленія разстояній и движеній внутри этой громадной системы неподвижныхъ звѣздъ, также говорятъ за кольцеобразное или спиральное распредѣленіе въ ней міровыхъ тѣлъ.

Нашъ русскій астрономъ Стратоновъ, опубликовавшій въ 1901 году свои изслѣдованія по этому вопросу, полагаетъ, что доступный нашему наблюденію звѣздный міръ состоитъ вообще изъ звѣздныхъ скопленій различной величины. Въ составъ перваго большого скопленія, по его мнѣнію, входятъ созвѣздія Цефея, Лиры, Лебедя, Малой Лисицы и Стрѣлы. Скученность звѣздъ въ области неба, занятой этими созвѣздіями, выступаетъ ясно, начиная со звѣздъ 5-й и 7-й величины. Другое меньшее скопленіе охватываетъ созвѣздіе Возничаго. Третье скопленіе звѣздъ распо-

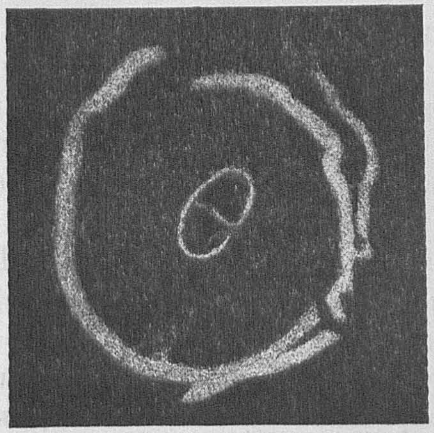


Рис. 92. Схематическій чертежъ Млечнаго Пути, по Проктору.

ложено около созвѣздій Близнецовъ, Меньшаго Пса и Большаго Пса. Четвертое скопленіе сосредоточено въ южномъ полушаріи, около созвѣздія Стрѣльца. Такимъ образомъ, по мнѣнію Стратонова, Млечный Путь есть родъ нагроможденія большихъ звѣздныхъ скопленій, которыя касаются одно другого, заходятъ одно за другое и входятъ одно въ другое приблизительно вдоль одной плоскости, которая и составляетъ основную плоскость Млечнаго Пути.

Наше Солнце есть одна изъ звѣздъ перваго скопленія, которое, въ свою очередь дѣлится, вѣроятно, на нѣсколько меньшихъ.

Итакъ, звѣздныя скопленія можно уподобить облакамъ различнаго вида и формы, разбросаннымъ по небу, находящимся на различныхъ высотахъ, заходящимъ одно за другое, а въ иныхъ мѣстахъ образующимъ просвѣты.

Такіе «просвѣты» наблюдаются и въ Млечномъ Пути. Это тѣ черныя зіяющія пустоты въ немъ, которыя В. Гершель окрестилъ названіемъ «угольныхъ мѣшковъ» и сквозь которыя, утопая въ неизмѣримости пространства, нашъ глазъ съ помощью телескопа можетъ открыть другія еще болѣе отдаленныя звѣздныя скопленія.

Рис. 93. В. В. Стратоновъ.

Быть можетъ, первоначальный хаосъ матеріи, изъ котораго образовались звѣзды, не сразу разорвался на миріады клочьевъ, давшихъ каждый начало отдѣльной звѣздѣ. Весьма вѣроятно, что этотъ хаосъ раздробился сначала на сравнительно небольшое число огромныхъ частей, каждая изъ которыхъ въ теченіе миріадъ лѣтъ раздробилась на множество звѣздъ, образовала звѣздную кучу, звѣздное облако. Таковы вѣроятныя предположенія относительно строенія доступнаго нашимъ наблюденіямъ уголка безконечности.

Помимо грандіознаго и доступнаго наблюденіямъ каждаго Млечнаго Пути существуетъ, какъ упомянуто, огромное количество разсѣянныхъ пó небу туманностей всякихъ видовъ, формъ и строенія. Немногія, очень немногія изъ нихъ (около 20) доступны невооруженному глазу, да и то въ видѣ слабыхъ мерцаній. Но телескопъ открываетъ въ нихъ чудеса. Изъ такихъ туманностей упомянемъ о самыхъ извѣстныхъ: о туманностяхъ въ созвѣздіяхъ Андромеды и Оріона.

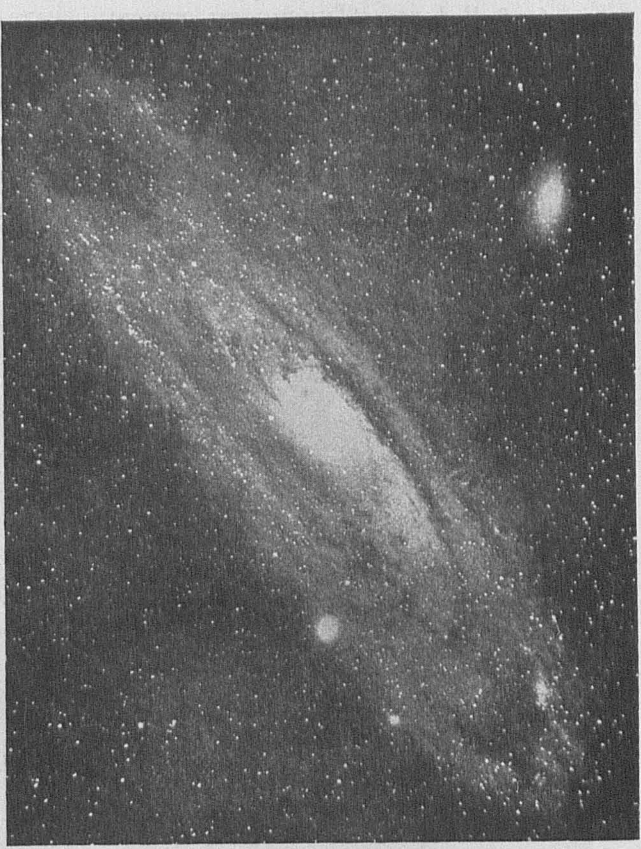


Рис. 94. Большая туманность въ созвѣздіи Андромеды. Фотографія обсерваторіи Іеркса 1901 г.

Большая туманность Андромеды занимаетъ на небесномъ сводѣ площадь, которая болѣе, чѣмъ въ тридцать разъ, превосходитъ площадь Солнца. Если взять низшій предѣлъ для ея разстоянія отъ насъ, т. е. допустить, что она удалена отъ насъ на столько же, какъ неподвижныя звѣзды первой величины, значитъ круглымъ числомъ на 200 000 солнечныхъ разстояній, то площадь только одного этого таинственнаго образованія должна быть въ 200 000×30, т. е. въ шесть милліоновъ разъ больше нашего Солнца. Туманность Андромеды легко найти, когда въ зимнія ночи блестящая фигура W Кассіопеи стоитъ высоко на небѣ. Зигзагообразныя части W созвѣздія не одинаковы: одна часть болѣе плоская, чѣмъ другая. Если звѣзду, которая находится въ самой нижней вершинѣ фигуры, т. е. изъ пяти звѣздъ наиболѣе удалена отъ небеснаго полюса, соединить съ Полярной Звѣздой и продолжить прямую линію отъ Кассіопеи далѣе къ югу, то это продолженіе встрѣтитъ туманность на разстояніи, почти равномъ половинѣ разстоянія между звѣздой Кассіопеи и По-

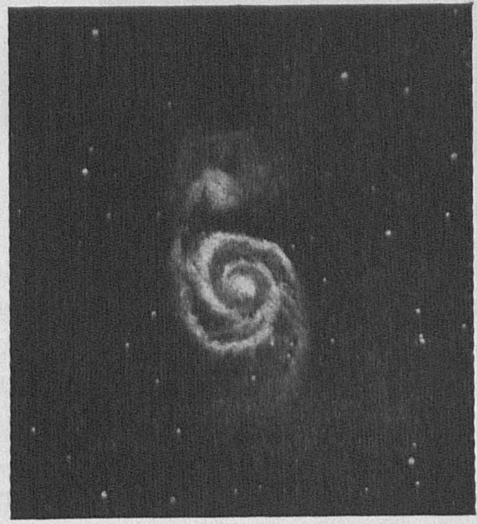


Рис. 95. Спиральная туманность въ созвѣздіи Гончихъ Псовъ.

По фотографіи, снятой въ обсерваторіи Іеркса.

лярной Звѣздой. Туманность впервые была замѣчена въ телескопъ въ 1612 г. Симономъ Маріусомъ. Этотъ астрономъ очень характерно передаетъ свое впечатлѣніе, сравнивая туманность съ пламенемъ свѣчи, какимъ окажется, если на него смотрѣть черезъ роговую пластинку. Такой кажется теперь туманность Андромеды въ наши обыкновенные бинокли. Въ телескопы средней силы все яснѣе выступаетъ центральное кругловатое, хотя очень нерѣзко очерченное сгущеніе. Въ сильные телескопы въ туманности и въ ея ближайшихъ окрестностяхъ видна огромная масса мелкихъ звѣздъ. Изъ нихъ, вѣроятно, только очень немногія стоятъ въ тѣсной связи съ туманностью, которая оказывается настоящей неразрѣшимой туманностью со спектромъ изъ свѣтлыхъ линій. Въ большой вашингтонскій рефракторъ астрономъ Трувело увидѣлъ въ ней два темныхъ канала, которые, нѣсколько расходясь, пересѣкали эллиптическую туманность въ продольномъ направленіи. Долго не знали, что думать объ этихъ удивительныхъ каналахъ, и начали высказывать

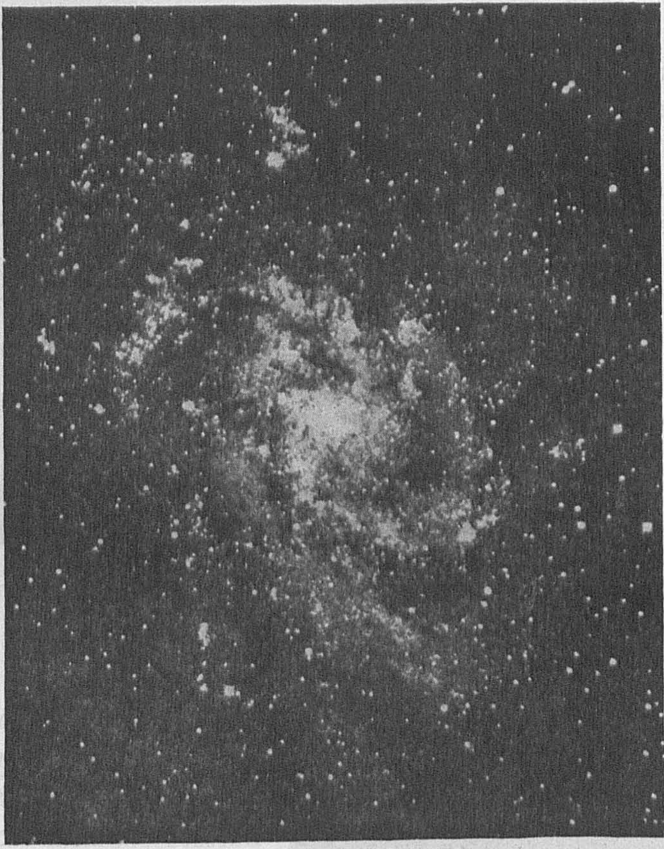


Рис. 96. Спиральная туманность въ созвѣздіи Треугольника.
По фотографіи, снятой въ обсерваторіи Іеркса.

даже сомнѣнія въ ихъ существованіи, и только нѣсколько лѣтъ тому назадъ загадка была разрѣшена, благодаря астроному-фотографу Робертсу, который имѣлъ терпѣніе экспонировать пластинку въ теченіе многихъ часовъ.

На стр. 171 (рис. 94) приведенъ новѣйшій снимокъ, сдѣланный въ Іеркской обсерваторіи съ этого величественнаго образованія. Каналы туманности очень ясно выступаютъ здѣсь надъ центральнымъ сгущеніемъ. Ниже его можно различить въ свѣтящейся матеріи также темныя линіи, а справа и слѣва обѣ системы линій замыкаются въ болѣе или менѣе ясные эллипсы. Однимъ словомъ, напрашивается мысль, что здѣсь передъ нами спиральное вихревое образованіе такого же строенія, какъ, напримѣръ, спиральная туманность въ созвѣздіи Гончихъ Псовъ (см. рис. 95), въ созвѣздіи Треугольника (см. рис. 96) и друг. Только эти послѣднія мы видимъ въ перпендикулярномъ положеніи, туманность же Андромеды кажется суженной вслѣдствіе наклоннаго положенія. Особенно велико сходство со спиральной туманностью въ Гончихъ Псахъ

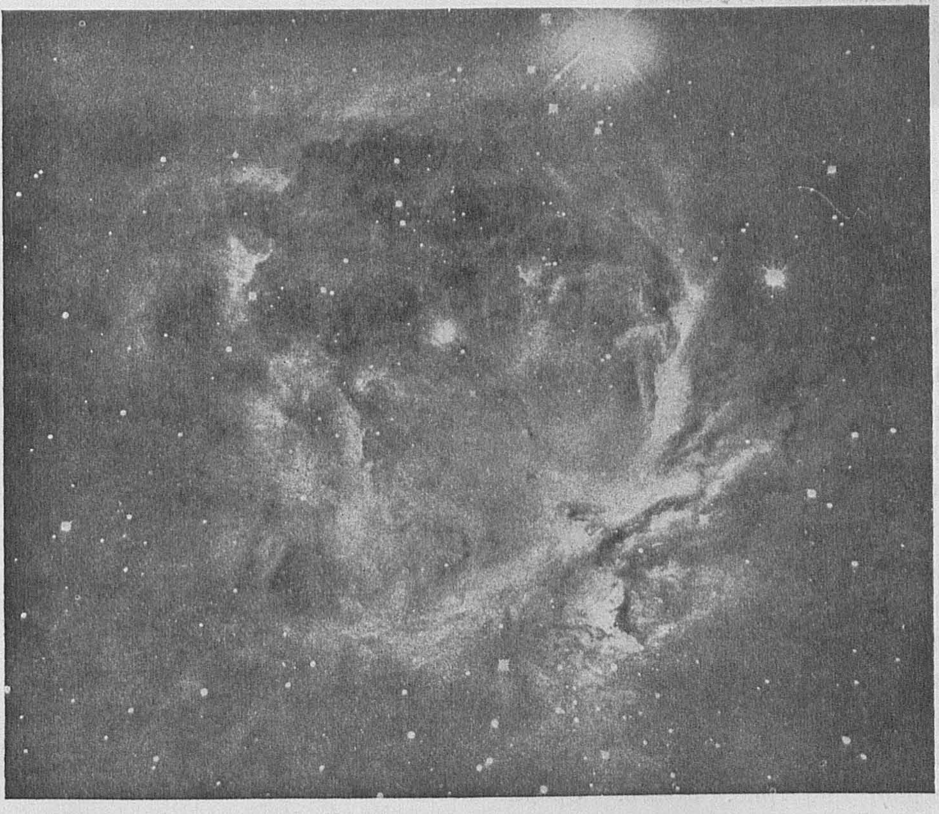


Рис. 97. Большая туманность въ созвѣздіи Оріона.

По фотографіи, снятой въ обсерваторіи Іеркса въ 1901 г.

Оно увеличивается еще тѣмъ, чтовъ туманности Андромеды также найдено сгущеніе, которое отмѣтилъ еще Трувело среди окрестныхъ туманныхъ массъ.

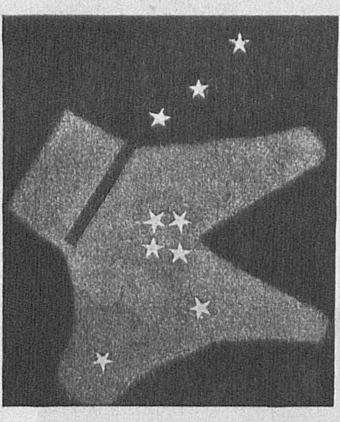


Рис. 98. Рисунокъ туманности Оріона, сдѣланный Ле-Жантилемъ въ 1758 г.

Что касается туманности въ созвѣздіи Оріона, то вотъ какими восторженными словами описываетъ ее В. Мейеръ (скончался въ 1911 г.) въ своемъ «Мірозданіи».

«Лучшія фотографіи того времени и даже лучшіе рисунки не могутъ дать и приблизительнаго представленія о томъ поразительномъ впечатлѣніи, какое производитъ этотъ удивительный объектъ въ самые сильные оптическіе инструменты нашего времени. Мы видимъ передъ собою запутанную смѣсь самыхъ странныхъ образованій, не поддающихся никакому описанію: ярко свѣтящіяся области, въ которыхъ при спокойномъ состояніи воздуха мерцаетъ множество свѣтлыхъ точекъ. Эти области перерѣзаны системой темныхъ каналовъ, которые разсѣкаютъ туманную массу на отдѣльныя части, иногда отличающіяся удивительною правильностью: треугольники, четыреугольники и т. п. Одна темная область съ внутренней стороны туманности, ограниченная почти въ формѣ правильнаго четыреугольника, вдается съ восточной стороны очень замѣтно въ свѣтящуюся массу, такъ что уже въ 1758 г. она была изображена схематически Ле-Жантилемъ въ томъ видѣ, какъ это представлено на рис. 98-мъ. Среди этого хаотическаго сплетенія деталей разбросаны звѣзды, имѣющія иногда размѣры самыхъ мельчайшихъ точекъ. Четыре самыхъ замѣчательныхъ звѣзды, образующія форму *Трапеціи,* лежатъ нѣсколько позади описаннаго темнаго отверстія, которое иногда называютъ Зѣвомъ Льва. Вокругъ этой Трапеціи лежитъ тусклая свѣтящаяся область. На нѣкоторыхъ, особенно болѣе яркихъ звѣздахъ, замѣтно, какъ будто онѣ отчасти поглотили окружающую ихъ туманную

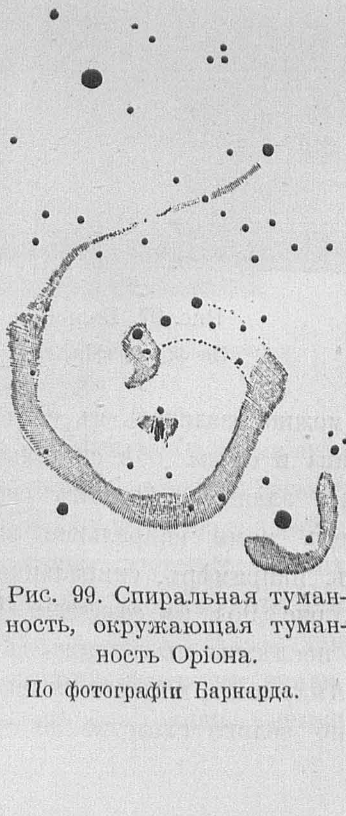


Рис. 99. Спиральная туманность, окружающая туманность Оріона.

По фотографіи Барнарда.

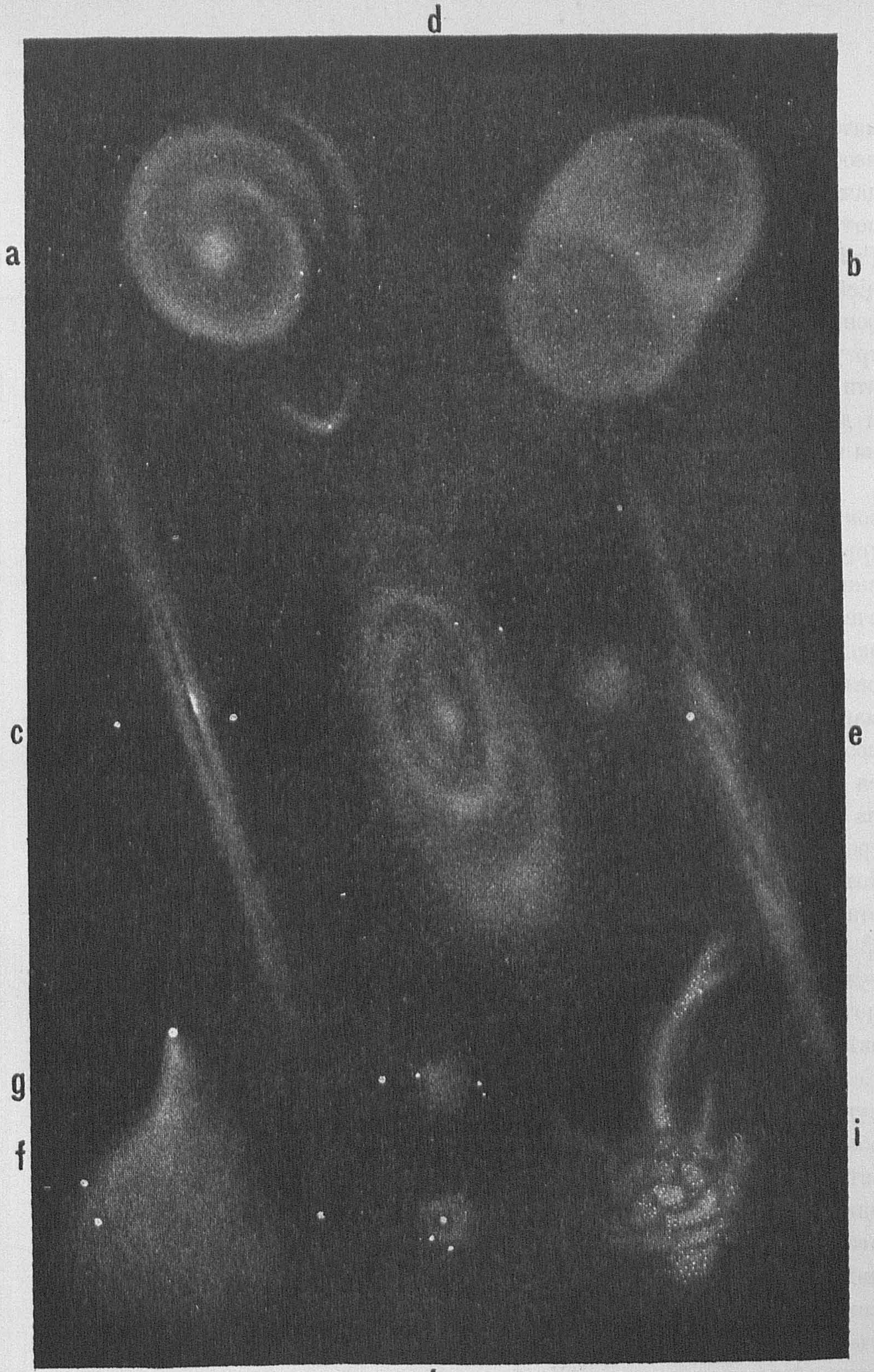


Рис. 100. Различныя формы туманностей.

a) Спиральная туманность въ созвѣздіи Гончихъ Псовъ (по Фогелю).—b) Туманность Дэмбелль (по Фогелю).—c) Туманность съ каналомъ (по Шпиталеру). d) Спиральная туманость (по Шпиталеру).—e) Спирально-чечевицеобразная туманность съ круглымъ спутникомъ (по Шпиталеру).—f) Кометообразная туманность (по Шпиталеру).—g) Круглая туманность со звѣздами вокругъ (по Шпиталеру).—h) Круглая туманность съ Центральной звѣздой (по Шпиталеру).— i) Краббовидная туманность (по Секки).

матерію. Средняя, очень яркая область окружена слабой туманной дымкой необычайно большихъ размѣровъ, доходящей, по послѣднимъ наблюденіямъ, даже до Плеядъ, удаленныхъ на 20°. Внутренняя часть имѣетъ форму почти правильнаго прямоугольнаго треугольника: она названа областью Гюйгенса. Замѣчательно, что въ ней наблюдается параллелизмъ съ Трапеціей, лежащей отъ нея къ сѣверо-востоку: именно параллельныя стороны послѣдней имѣютъ то же самое направленіе, какъ одна изъ сторонъ треугольника Гюйгенса. Вторая сторона треугольника идетъ также почти параллельно соотвѣтствующей сторонѣ упомянутой выше Трапеціи, и даже противолежащая этой сторона Трапеціи какъ будто отражается на прямолинейной границѣ области Гюйгенса».

«Наши знанія о фигурѣ туманости Оріона были удивительнымъ образомъ пополнены открытіемъ громадной изогнутой туманной полосы, которую нашелъ впервые Пикерингъ еще въ 1889 г., но оставилъ ее безъ вниманія. Наконецъ Барнардъ сфотографировалъ полосу эту при помощи очень небольшой линзы, какія обыкновенно употребляются для проэкціонныхъ лампъ. При экспозиціи въ теченіе 2 часовъ, а въ другой разъ въ теченіе 1¼ часа, получился отпечатокъ чрезвычайно слабой туманности, которую невозможно передать въ прямомъ воспроизведеніи; поэтому она была зарисована Барнардомъ на картѣ созвѣздія. Мы даемъ ея изображеніе на рис. 99-мъ. Собственно туманность Оріона отмѣчена на рисункѣ нѣсколькими чертами. Она окружена, какъ можно видѣть, громадной изогнутой, подобно змѣѣ, туманной полосой, головной конецъ которой начинается нѣсколько справа подъ посохомъ Іакова; затѣмъ эта полоса изгибается между большой туманностью и звѣздою Ригель (β Оріона) и, описавъ большую дугу вокругъ посоха Іакова, все болѣе суживается и заканчивается вблизи γ Оріона. Другая полоса, повидимому, тянется, черезъ самый посохъ Іакова, отъ южной (самой нижней) звѣзды котораго идетъ еще туманная дымка къ большей туманности. Если мысленно продолжить это образованіе, то оно превратится въ полную спираль, которая, начинаясь отъ большой туманности, какъ это обозначено на рисункѣ пунктиромъ, изгибается почти черезъ все созвѣздіе. Поперечникъ этой спирали равенъ 14—15°. Подобные размѣры, даже по тѣмъ громаднымъ масштабамъ, какими мы должны измѣрять эти чрезвычайно далекія міры, нужно назвать колоссальными. Но, повидимому, и то еще не найдены послѣдніе предѣлы этой гигантской спирали: за Ригелемъ еще замѣчается другая полоса, которая изогнута въ томъ же самомъ направленіи и, можетъ быть, принадлежитъ второму обороту туманности. Крайне слабый свѣтъ ея пока еще не поддается нашимъ самымъ тонкимъ средствамъ изслѣдованія».

Таковы примѣры чудесъ, разсѣянныхъ въ необъятности вселенной. Въ настоящей главѣ мы коснулись только вопроса о томъ, какъ и гдѣ распредѣлены въ пространствѣ эти мерцающіе на небѣ образованія и звѣздные міры. Остается еще ознакомиться съ ихъ истинными движеніями и съ химическимъ составомъ. Этимъ мы и займемся въ слѣдующей главѣ.

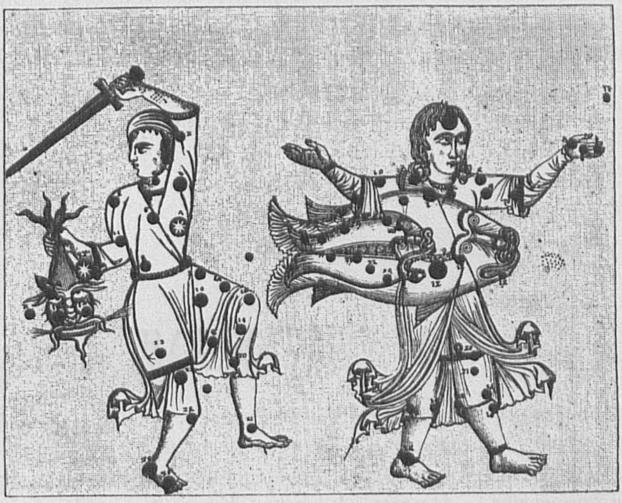


Рис. 101. Созвѣздія Персея и Андромеды.
По миніатюрѣ 14-го столѣтія.

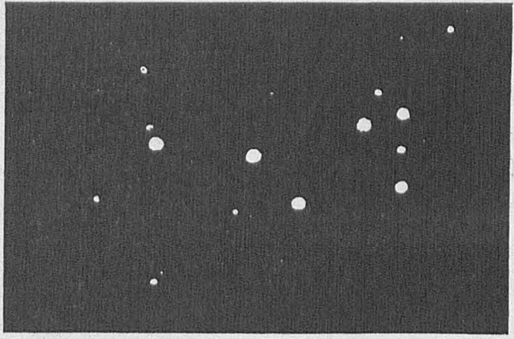


Рис. 102. Плеяды или Стожары. Красивое звѣздное скопленіе въ созвѣздіи Тельца, видимое невооруженнымъ глазомъ, при чемъ въ зависимости отъ зрѣнія различается до 7 и болѣе звѣздъ.

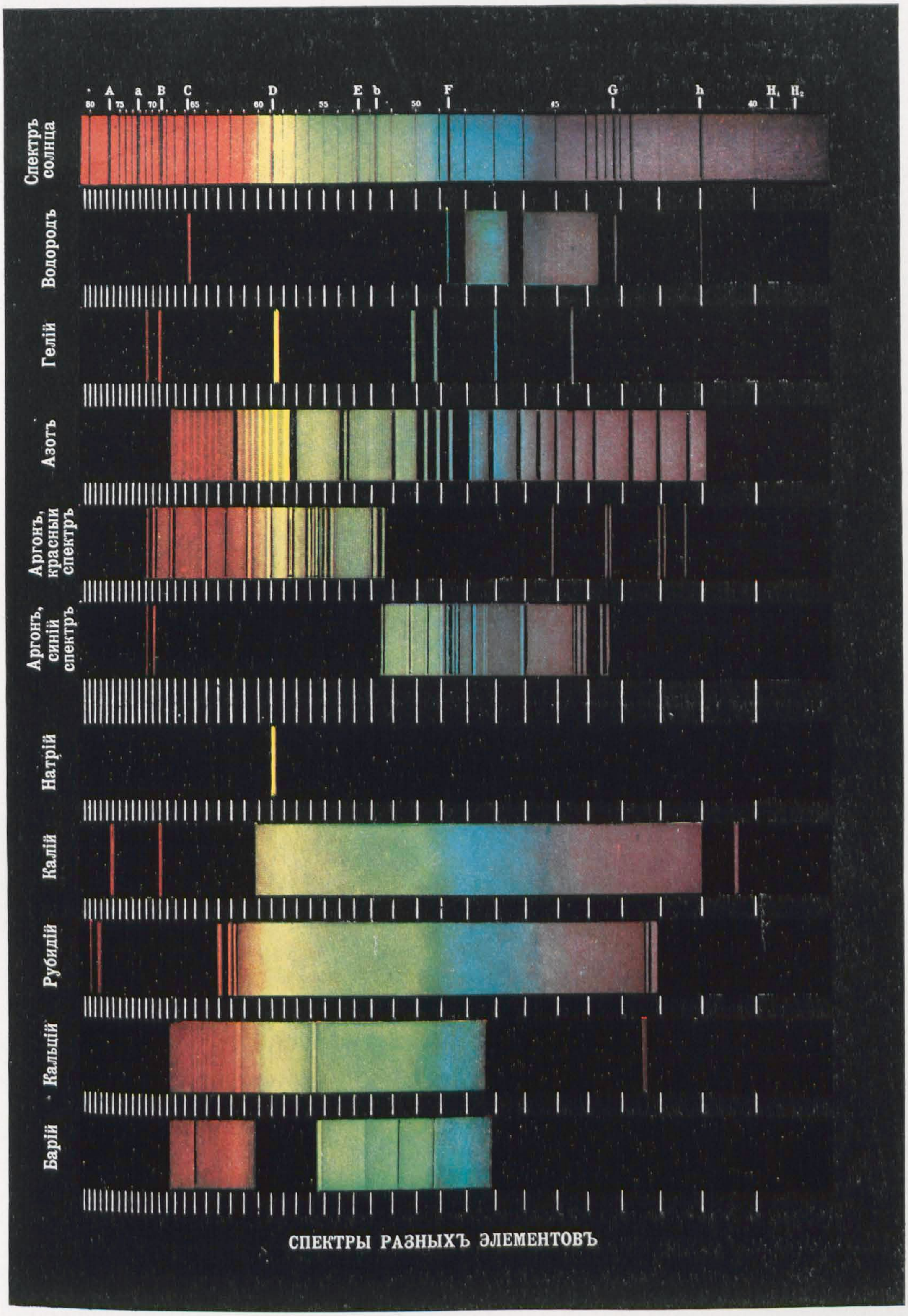
Названія главныхъ звѣздъ: Плейоне, Атласъ, Альціона, Меропе, Майя, Тайгета, Целено, Электра.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

Область астрономическихъ изслѣдованій. — Мнѣніе О. Конта. — Ошибочность его. — Основанія спектральнаго анализа. — Спектръ сплошной и прерывный. — Фраунгоферовы линіи. — Спектръ поглощенія. — Смѣщеніе Фраунгоферовыхъ линій. — Спектроскопъ. — Спектрографъ. — Опыты Ньютона, Кирхгофа и Бунзена. — Невидимыя части спектра. — Изслѣдованіе природы звѣздъ. — Классификація звѣздъ. — Единство вещества во вселенной. — Міръ туманностей. — О движеніяхъ звѣздъ. — Нѣкоторыя понятія о свѣтѣ, какъ результатѣ колебанія волнъ эѳира. — Длина свѣтовой волны и число ея колебаній въ секунду. — Принципъ Допплера—Физо. — Лучевое, собственное и дѣйствительное движеніе свѣтилъ. — Примѣры скоростей движенія звѣздъ. — Объ общемъ движеніи звѣздъ. — Астрономія невидимаго. — Новыя звѣзды. — «Угольныя мѣшки» и «щели». — Мнѣніе на этотъ счетъ Е. Е. Barnard'а.

На чемъ основываемся мы, когда разсуждаемъ о существованіи, свойствахъ и строеніи отдаленныхъ отъ насъ міровыхъ тѣлъ? На зрѣніи (получаемый отъ нихъ свѣтъ), отчасти на ощущеніи (солнечное тепло) и... больше ни на чемъ! Другія чувства, другіе проводники внѣшнихъ впечатлѣній въ мастерскую нашего сознанія здѣсь непримѣнимы. Что же изъ этого слѣдуетъ?

Слѣдуетъ, казалось бы, что астрономія, по свойствамъ лежащихъ въ основаніи ея наблюденій всегда и навсегда должна остаться наукой до нѣкоторой степени «однобокой»,—наукой, изслѣдованію которой доступна только внѣшняя сторона строенія вселенной, и для которой останется недоступной истинная физическая природа небесныхъ тѣлъ.


A
a
B
C
D
E
b
F
G
h
H₁
H₂
80
75
70
65
60
55
50
45
40
Спектръ солнца
Водородъ
Гелій
Азотъ
Аргонъ, красный спектръ
Аргонъ, синій спектръ
Натрій
Калій
Рубидій
Кальцій
Барій

СПЕКТРЫ РАЗНЫХЪ ЭЛЕМЕНТОВЪ

Рис. 103. Спектръ Солнца (вверху) и спектры нѣсколькихъ иныхъ элементовъ.
(См. стр. 179—194 книги)

Такъ думали недавно, и думали выдающіеся умы своего времени. Знаменитый французскій мыслитель Огюстъ Контъ (1806—1866), опредѣляя мѣсто астрономіи въ ряду наукъ, увѣренно ограничиваетъ ея задачи на будущее время. «Изъ трехъ чувствъ, съ помощью которыхъ мы составляемъ представленіе о существованіи отдаленныхъ тѣлъ,—говоритъ О. Контъ,—только зрѣніе, очевидно, можетъ быть полезно для ознакомленія съ небесными тѣлами, такъ что не будетъ существовать никакой астрономіи для людей, лишенныхъ зрѣнія, какъ бы способны они ни были. И для насъ самихъ темныя звѣзды, которыхъ, быть можетъ, даже больше, чѣмъ видимыхъ, не могутъ быть предметами дѣйствительнаго изученія. Мы можемъ лишь дѣлать предположеніе о существованіи ихъ. Всякое изслѣдованіе, которое не сводится въ концѣ концовъ къ простымъ зрительнымъ наблюденіямъ, является, естественно, недоступнымъ намъ въ приложеніи къ небеснымъ тѣламъ, которыя мы можемъ такимъ образомъ знать въ наименѣе разнообразныхъ отношеніяхъ изъ всѣхъ созданій природы. Мы имѣемъ возможность опредѣлить ихъ форму, разстоянія, ихъ величину и движенія, но *мы никогда никакими средствами не узнаемъ ихъ химическаго состава или минералогическаго строенія и тѣмъ болѣе, конечно,—природы организмовъ, которые населяютъ ихъ поверхности*», и т. д.

Такъ утверждалъ Контъ. Но не прошло 40—50 лѣтъ съ тѣхъ поръ, какъ были сказаны эти слова, и дѣйствительность опровергла ихъ. Астрономія *уже изслѣдуетъ* физико-химическую природу небесныхъ тѣлъ. Ей до нѣкоторой степени уже доступны даже невидимыя глазу системы. Она уже имѣетъ нѣкоторыя данныя, чтобы судить о жизни, совершающейся тамъ, въ глубинахъ недоступнаго намъ пространства. Все это составляетъ предметъ новой отрасли астрономіи—*астрофизики*. И все это сдѣлалось возможнымъ потому, что былъ открытъ новый «языкъ вселенной», какъ его называютъ иные,—*спектральный анализъ*, который вмѣстѣ съ *фотографіей* и *астрофотометріей* (наука объ измѣреніи яркости свѣтилъ) далъ въ руки человѣчества могущественное орудіе для изслѣдованія окружающей насъ вселенной. Интересующемуся астрономіей въ настоящее время столь же необходимо имѣть нѣкоторое представленіе о спектральномъ анализѣ, какъ необходимо, напримѣръ, знать, хотя въ самыхъ общихъ чертахъ, о существованіи и устройствѣ астрономической трубы.

Къ спектральному анализу наука подошла путемъ изученія природы солнечнаго свѣта. Достойное «украшеніе человѣчества», безсмертный Ньютонъ и здѣсь проложилъ первыя тропы, по которымъ двинулись другіе. Изслѣдованіями природы свѣта онъ занимался съ 1666 года. Результаты всѣхъ этихъ изслѣдованій собраны въ «Оптикѣ», изданной въ 1704 году. Геніальный ученый прежде всего опытнымъ путемъ установилъ и доказалъ, что солнечный «бѣлый» лучъ есть лучъ сложный, состоящій изъ всевозможныхъ *цвѣтныхъ* лучей и притомъ лучей *различной преломляемости.* Описаніе этихъ опытовъ приводится на страницахъ этой книги нѣсколько далѣе.

Если черезъ узкую щель пропустимъ солнечный лучъ въ темную комнату, то онъ дастъ на полу или стѣнѣ бѣлую полосу; но если по пути этого луча поставить трехгранную стеклянную призму, то лучъ, во-первыхъ, отклонится отъ своего прежняго направленія, а, во-вторыхъ, *разложится* на свои составные цвѣта и на стѣнѣ или экранѣ получится цвѣтная полоса, расцвѣченная всѣми цвѣтами радуги. Это и есть такъ называемый *спектръ,* и въ немъ непрерывно, сливаясь другъ съ другомъ и переходя одинъ въ другой, идутъ всегда въ одномъ и томъ же порядкѣ такіе *основные* цвѣта: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синій, фіолетовый. Спектръ этотъ, повторяемъ, есть *непрерывный, сплошной*; иногда говорятъ еще — *полный.* На рисункѣ 103-мъ читатель можетъ видѣть образчикъ такого сплошного солнечнаго спектра.

Подобный же непрерывный, или сплошной, спектръ даютъ всѣ накаленныя до-бѣла *твердыя* и *жидкія* тѣла. Но если мы возьмемъ раскаленный *газъ,* не находящійся подъ особо огромнымъ давленіемъ, то спектръ получится иной: онъ состоитъ изъ отдѣльныхъ свѣтлыхъ линій, отстоящихъ другъ отъ друга на различномъ разстояніи. Это такъ называемый *прерывный* спектръ. Для каждаго отдѣльнаго газа имѣется и свой отдѣльный неизмѣнный прерывистый спектръ. Такъ въ спектрѣ водорода различаемъ пять главныхъ линій: одну красную, одну зеленую, одну синюю и двѣ фіолетовыхъ. Въ спектрѣ паровъ мѣди очень много линій, изъ которыхъ выдѣляются три зеленыхъ, двѣ желтыхъ и двѣ красныхъ. Еще больше линій въ спектрѣ паровъ желѣза: ихъ насчитываютъ до 5 000. А спектръ литія, наприм., состоитъ изъ одной только рѣзкой красной линіи и двухъ слабыхъ: желтой и синей. Образчики нѣкоторыхъ спектровъ читатель найдетъ на рисункѣ 103-мъ.

Итакъ, первое, что мы должны отмѣтить и усвоить въ спектральномъ анализѣ, состоитъ въ томъ, что раскаленныя *твердыя* и *жидкія* тѣла даютъ сплошной, *непрерывный* спектръ, а раскаленные *газы* даютъ спектръ *прерывный,* состоящій изъ свѣтлыхъ линій опредѣленнаго цвѣта и опредѣленнымъ образомъ размѣщенныхъ для каждаго отдѣльнаго газа.

Отсюда прежде всего ясно, что разъ тѣло испускаетъ свѣтъ, то, какъ бы оно далеко ни было отъ насъ, мы всегда по его спектру можемъ судить, принадлежитъ ли оно къ числу жидкихъ или твердыхъ тѣлъ, или же газообразныхъ. Мало того, мы можемъ даже сказать, какой газъ или газы входятъ въ составъ свѣтящагося тѣла, такъ какъ ничто не мѣшаетъ намъ заранѣе изучить и запомнить или собрать въ таблицы спектры газовъ и паровъ всѣхъ имѣющихся на Землѣ простыхъ тѣлъ, или, какъ ихъ называютъ, *элементовъ*. Если, наприм., въ пламя свѣчи или спиртовой лампочки вы вводите кусокъ паварен-

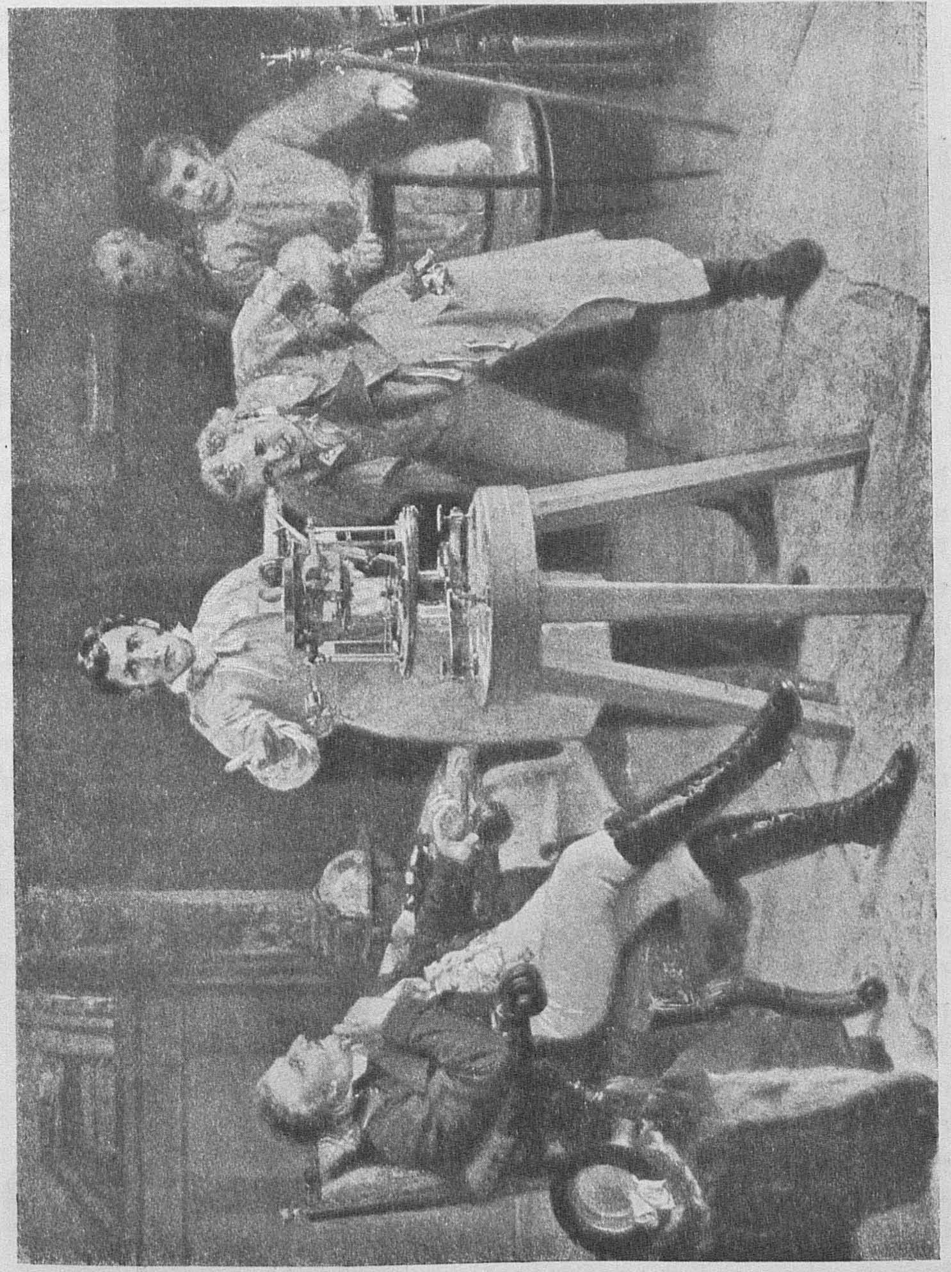


Рис. 104. Іосифъ Фраунгоферъ показываетъ въ Мюнхенѣ свой спектрометръ.

По картинѣ Виммера.

Рис. 105. Кирхгофъ.

ной соли и видите на полученномъ спектрѣ въ опредѣленномъ мѣстѣ рѣзкую желтую линію, то можете быть увѣрены, что въ составъ соли входитъ *натрій*, такъ какъ только спектръ паровъ этого металла характеризуется желтой линией.

Но спектральный анализъ не ограничивается этимъ,—онъ даетъ неизмѣримо больше. Здѣсь я просилъ бы нѣкотораго напряженія вниманія читателя, такъ какъ предметъ, о которомъ будемъ сейчасъ говорить, хотя и простъ, но требуетъ отчетливаго пониманія. Дѣло въ томъ, что, если внимательно всмотрѣться въ непрерывный солнечный спектръ, то оказывается, что онъ не совсѣмъ-то непрерывенъ, а пересѣченъ тысячами еле замѣтныхъ темныхъ линій. Наблюденіе и изученіе этого явленія производилось уже послѣ Ньютона Вульстеномъ, Фраунгоферомъ и др. Послѣдній, ученый самоучка и талантливѣйшій оптикъ Фраунгоферъ, о которомъ намъ уже приходилось говорить, заинтересовался этими линіями въ особенности. По его же фамиліи онѣ и называются *Фраунгоферовыми*.

Фраунгоферъ замѣтилъ, что *темныя линіи всегда занимаютъ одно и то же опредѣленное положеніе на солнечномъ спектрѣ*. 324 изъ нихъ онъ выдѣлилъ и тщательно зарисовалъ, принявъ нѣкоторыя какъ бы за главныя и отмѣтивъ ихъ буквами A, B, C, D, E и т. д... Онъ замѣтилъ даже, что, если сравнить сплошной спектръ Солнца съ прерывнымъ спектромъ паровъ натрія, то желтая линія, опредѣляющая спектръ натрія, по своему мѣсту въ спектрѣ какъ разъ соотвѣтствуетъ темной линіи D, находящейся въ спектрѣ Солнца.

Рис. 106. Р. В. Бунзенъ.

Что бы значило такое совпаденіе? Случайно оно или нѣтъ? Чѣмъ объяснить вообще происхожденіе черныхъ линій, пересѣкающихъ солнечный спектръ? На всѣ эти вопросы Фраунгоферъ не могъ дать отвѣта. Да и смерть слишкомъ рано унесла геніальнаго самоучку.

Загадочныя линіи разъяснилъ въ 1860 г. знаменитый ученый Кирхгофъ (1824 — 1887) совмѣстно съ Бунзеномъ (1811 — 1892). Изучая солнечный спектръ, они пропустили пучокъ солнечнаго свѣта черезъ плямя натрія, затѣмъ разложили его призмой, и тотчасъ съ удивленіемъ замѣтили, что линія D солнечнаго спектра стала еще темнѣе и шире. Выводъ отсюда могъ быть только одинъ: пары натрія поглотили часть прошедшаго черезъ нихъ солнечнаго свѣта, поэтому темная линія D стала рѣзче и шире. Но почему же именно линія D, а не иная часть спектра? Отвѣтъ опять-таки можетъ быть только одинъ: очевидно, линія D имѣетъ связь съ натріемъ, очевидно, она могла получиться на солнечномъ спектрѣ только потому, что лучъ Солнца уже прошелъ гдѣ то раньше черезъ пары натрія, которые и поглотили нѣкоторую его часть. Поэтому-то и получилась въ спектрѣ темная линія D. Теперь же, когда этотъ лучъ заставили черезъ пары натрія пройти еще разъ, линія D естественно еще болѣе потемнѣла и расширилась. Но гдѣ же солнечный лучъ могъ встрѣтить пары натрія раньше? Въ воздухѣ, окружающемъ Землю, ихъ нѣтъ. Слѣдовательно они существуютъ въ атмосферѣ, окружающей Солнце.

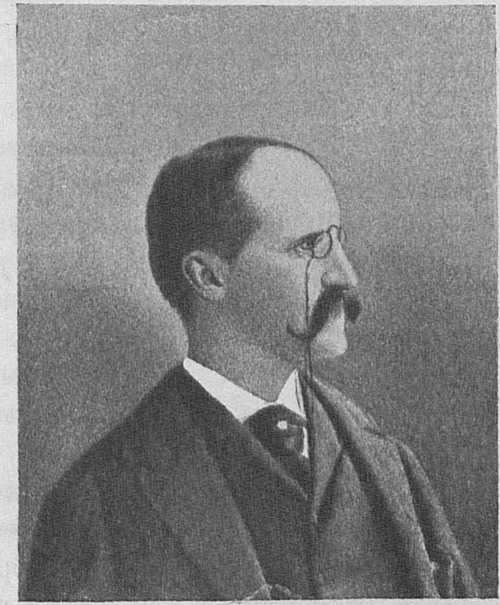


Рис. 107. Роуландъ.

Такъ шагъ за шагомъ пришли къ выводу, что темныя линіи на солнечномъ спектрѣ получаются отъ поглощенія части солнечныхъ лучей газообразной атмосферой Солнца, состоящей изъ раскаленныхъ паровъ. Обнаружился законъ, что газы или пары задерживаютъ или поглощаютъ тѣ именно лучи свѣта, которые излучаютъ сами. Если тѣло, отъ котораго идетъ свѣтовой лучъ, имѣетъ температуру болѣе высокую, чѣмъ газъ, черезъ который лучъ проходитъ, то поглощеніе въ этомъ газѣ будетъ больше, чѣмъ излученіе, и на общей расцвѣченной полосѣ спектра тѣла появятся темныя линіи какъ разъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ въ спектрѣ даннаго газа были бы свѣтлыя. Получается такъ называемый *спектръ поглощенія*. Таковъ спектръ Солнца.

Слѣдовательно, Солнце есть не только раскаленное твердое или жидкое тѣло, испускающее всевозможные яркіе лучи, но оно окружено атмосферой, перехватывающей нѣкоторые изъ этихъ лучей. Атмосфера эта холоднѣе центральнаго ядра, но все же чрезвычайно велика. Спектръ поглощенія Солнца доказываетъ, что въ его атмосферѣ плаваютъ пары желѣза, мѣди, цинка, никкеля и другихъ тяжелыхъ металловъ. Самъ Кирхгофъ обнаружилъ въ солнечной атмосферѣ присутствіе только девяти элементовъ. Но съ тѣхъ поръ усовершенствованія и изысканія въ области спектральнаго анализа шагнули далеко впередъ. Умершій въ 1901 году американскій физикъ Роуландъ нашелъ такихъ элементовъ уже 35. Теперь ихъ насчитываютъ свыше сорока. Чѣмъ далѣе, тѣмъ болѣе наука приближается къ выводу объ одинаковомъ химическомъ строеніи Солнца и Земли. Оба тѣла, какъ видно, «выкроены изъ одного куска».

Спектръ свѣтящагося тѣла даетъ понятіе не только о физико-химической природѣ послѣдняго, — тотъ же спектръ даетъ еще возможность судить *о движеніи* свѣтящагося тѣла. По причинамъ, о которыхъ скоро будетъ рѣчь (принципъ Допплера—Физо), оказывается, что если свѣтящееся тѣло приближается къ намъ, то въ его спектрѣ темныя полосы обнаруживаютъ смѣщеніе къ фіолетовому концу, если же тѣло отъ насъ удаляется, то тѣ же темныя полосы смѣщаются къ красному концу спектра. Измѣряя величину этихъ смѣщеній въ опредѣленные промежутки времени, можно опредѣлить скорость приближенія или удаленія отъ насъ свѣтящагося тѣла.

Таковы въ самыхъ общихъ чертахъ тѣ огромныя услуги, которыя оказало намъ изученіе сначала солнечнаго луча, затѣмъ вообще свѣтящихся тѣлъ. Таковы тѣ чудеса, которыя показываетъ *спектроскопъ* — приборъ со стеклянной трехгранной призмой, приспособленный для полученія и изслѣдованія спектровъ различныхъ тѣлъ. Необходимо имѣть понятіе и объ этомъ приборѣ, столь простомъ, — можно сказать первобытномъ, у Ньютона, болѣе сложномъ и тонкомъ у Фраунгофера и Кирхгофа и все болѣе и болѣе тонкомъ, сложномъ и совершенствующемся по настоящее время. Но подробности и детали намъ не нужны. Общее же понятіе о приборѣ можно легко составить по схематическому рисунку.

Спектроскопъ (см. рис. 108) состоитъ изъ трехъ главныхъ частей: 1) Труба—пріемникъ свѣтового луча. Это такъ называемый *коллиматоръ*, представляющій трубку съ объективомъ, но *безъ окуляра*. Въ фокусѣ коллиматора находится щель, расположенная такъ, что всѣ лучи свѣта, прошедшіе черезъ щель и объективъ коллиматора, выходятъ *параллельными* между собой. Это необходимо для полученія хорошаго и наивыгоднѣйшаго для наблюденій спектра.

2) Выйдя изъ коллиматора, лучъ свѣта попадаетъ въ приборъ разлагающiй (разсѣивающiй) и преломляющiй свѣтъ. Это обыкновенно *призма* (или такъ называемая *диффракцiонная рѣшетка*). Можно ограничиться и одной призмой. Но обыкновенно для усиленiя разсѣянiя пропускаютъ лучъ черезъ нѣсколько призмъ, какъ это примѣрно изображено на рисункѣ 108-мъ, гдѣ, выйдя изъ коллиматора *A*, свѣтъ, разложившись уже послѣ первой призмы, проходитъ послѣдовательно еще 8 призмъ, откуда поступаетъ

3) въ обыкновенную зрительную трубу *B*, въ которую и разсматриваютъ черезъ окуляръ полученный спектръ.

Конечно, здѣсь дана только самая общая схема спектроскопа. Установка прибора для производства точныхъ наблюденiи и измѣренiй несравненно болѣе сложна и требуетъ отъ наблюдателя солидной подготовки и большого навыка въ обращенiи съ приборомъ.

Часто представляется необходимость сфотографировать спектръ и изучать его на снимкѣ. Въ такомъ случаѣ вмѣсто окуляра къ прибору приспособляется фотографическая камера съ соотвѣтствующими дополненiями, и получается уже не спектроскопъ, а *спектрографъ*. Это соединенiе спектральнаго анализа съ фотографiей прiобрѣло въ современной наукѣ огромнѣйшее значенiе.

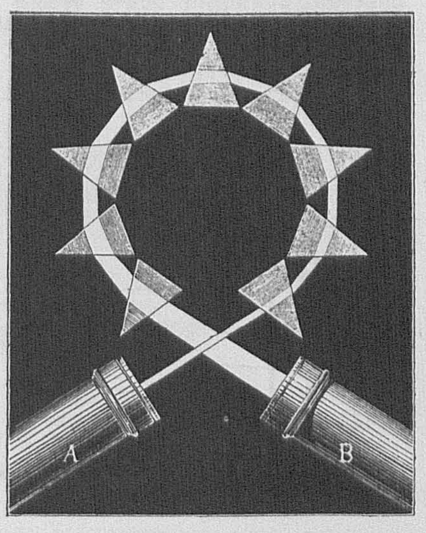


Рис. 108. Ходъ лучей въ сложномъ спектроскопѣ (A — коллиматоръ, B — труба).

Но возвратимся еще разъ къ началамъ и основамъ спектральнаго анализа. Читатель навѣрно не посѣтуетъ на насъ за то, что, помимо самыхъ общихъ и элементарныхъ понятiй о новомъ и великомъ «языкѣ вселенной», мы постараемся приблизиться къ самому зачатiю и колыбели этого важнѣйшаго метода науки. Нижеприводимые отрывки изъ сочиненiй великихъ учителей, Ньютона и Кирхгофа, лучше всего помогутъ достигнуть этой цѣли. Первый изъ нихъ составленъ по «Оптикѣ» Ньютона («Optics or a treatise of the reflections, refractions and colours of light by sir Isaac Newton»). Результаты же изслѣдованiй Кирхгофа были даны въ отчетѣ Берлинской Академiи въ 1861 году. Быть можетъ, кому-либо будетъ интересно сопоставить, насколько усовершенствовались методы точныхъ изслѣдованiй за время съ 1704 г. (появленiе «Оптики) до 1860 г., когда Кирхгофомъ и Бунзеномъ былъ созданъ спектральный анализъ. Если бы кому и эти отрывки показались слишкомъ «спеціальными», то при первомъ чтеніи книги онъ можетъ ихъ спокойно пропустить.

Солнечный свѣтъ состоитъ изъ лучей различной преломляемости. Я помѣстилъ сзади круглаго отверстія, продѣланнаго въ стѣнѣ совершенно темной комнаты и имѣющаго $^1/_2$ дюйма въ діаметрѣ, стеклянную призму. Эта послѣдняя должна была отклонить падающій на нее солнечный лучъ, повернуть его вверхъ и направить на противоположную стѣну комнаты, на которой должно было получиться разноцвѣтное изображеніе Солнца. Ось призмы, т.-е. линія, проведенная внутри призмы отъ одного ея конца къ другому, параллельно преломляющему ребру, въ этомъ и въ слѣдующемъ опытѣ располагается перпендикулярно падающимъ свѣтовымъ лучамъ. Я сталъ медленно поворачивать призму около этой оси и при этомъ замѣтилъ, что разноцвѣтное изображеніе Солнца сначала перемѣстилось внизъ, и затѣмъ опять вверхъ. Въ то время, когда изображеніе, въ моментъ между повышеніемъ и пониженіемъ, казалось остановившимся на одномъ мѣстѣ, я закрѣпилъ неподвижно призму [1]).

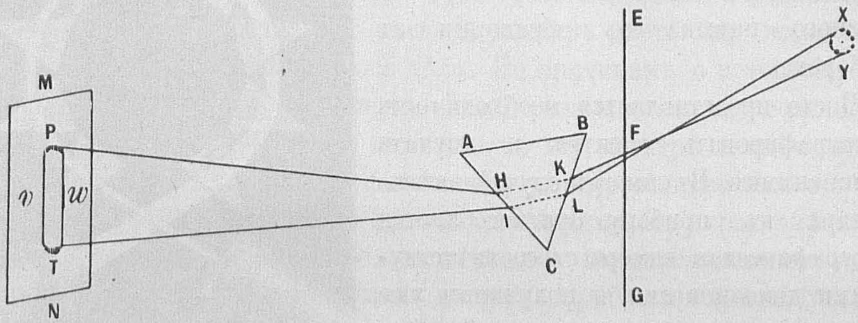


Рис. 109. Опытъ Ньютона.

Послѣ этого я заставилъ преломленный свѣтъ упасть въ перпендикулярномъ направленіи на листъ бѣлой бумаги, укрѣпленный на противоположной стѣнѣ комнаты, и сталъ наблюдать форму и величину полученнаго на немъ изображенія Солнца. Оно оказалось растянутымъ и ограниченнымъ по краямъ двумя прямыми параллельными линіями, концы же его имѣли форму полукруга. Боковыя границы его были рѣзко обозначены, а верхній и нижній концы неясны и расплывчаты, при чемъ свѣтъ тамъ постепенно ослабѣвалъ и въ концѣ концовъ почти исчезалъ.

Пусть EG изображаетъ ставню, F—отверстіе въ ней, черезъ которое солнечный лучъ проникаетъ въ темную комнату. ABC — призму, одинъ конецъ которой обращенъ прямо къ глазу наблюдателя. XY пусть изображаетъ Солнце, MN—бумагу, на которую направлено солнечное изображеніе или спектръ Солнца, PT—самое изображеніе, стороны котораго v и w будутъ параллельными линіями, а верхній и нижній концы полукругами. YKHP и XLIT—два луча, изъ которыхъ первый идетъ отъ нижняго края Солнца къ верхней части изображенія и преломляется внутри призмы въ точкахъ K и H. Второй, наоборотъ, идетъ отъ верхняго края Солнца къ нижней части изображенія, преломляясь въ точкахъ L и I. Если бы лучи, XLIT YKHP, равно какъ и всѣ остальные, образующіе спектръ PvTw, были въ одинаковой степени преломляемы, то спектръ долженъ бы былъ оказаться круглымъ. Но такъ какъ опытъ показываетъ, что солнечное изображеніе не кругло, а имѣетъ длину, почти въ 5 разъ большую ширины, то отсюда слѣдуетъ, что солнечные лучи, идущіе къ верхней точкѣ P, должны отклоняться болѣе, т.-е. обладать большимъ преломленіемъ, чѣмъ тѣ, которые направляются къ нижнему концу T.

---

[1]) Это было какъ разъ то положеніе, при которомъ наблюдается такъ называемый «*minimum*» отклоненія (наименьшее отклоненіе).

Спектръ PT оказался окрашеннымъ и притомъ такъ, что часть T, наименѣе преломленная, была красною, верхняя же, наиболѣе преломленная часть, у конца P окрашена въ фіолетовый цвѣтъ. Пространство между этими крайними цвѣтами имѣло желтое, зеленое и голубое окрашиванье. Это согласуется съ установленнымъ мною ранѣе закономъ, что лучи различнаго цвѣта обладаютъ и различной степенью преломляемости.

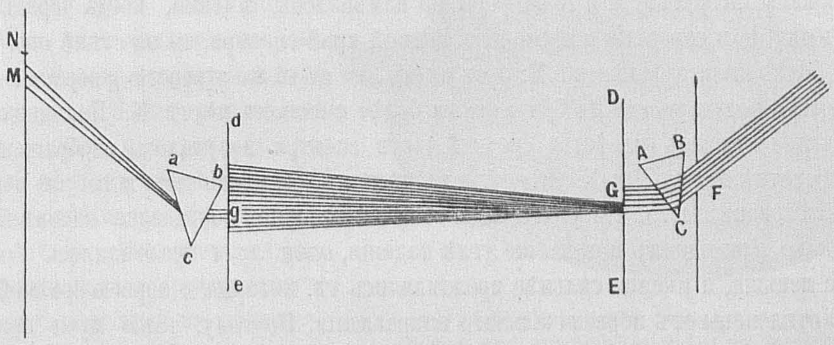


Рис. 110. Опытъ Ньютона.

Въ серединѣ двухъ тонкихъ досокъ я продѣлалъ круглыя отверстія діаметромъ въ $1/3$ дюйма, въ ставнѣ же сдѣлалъ отверстіе гораздо большей величины, такъ что черезъ него въ мою темную комнату могъ проникнуть цѣлый пучокъ солнечнаго свѣта. Около ставни я помѣстилъ призму такъ, что она находилась на пути луча, который, преломляясь въ ней, долженъ былъ упасть на противоположную стѣну. Далѣе, на небольшомъ разстояніи отъ призмы я укрѣпилъ доску такъ, что въ отверстіе, продѣланное въ ней, могла пройти только часть преломленнаго свѣта, тогда какъ остальная часть задерживалась ею. На разстояніи двѣнадцати футовъ отъ этой доски я установилъ вторую доску такимъ образомъ, чтобы въ отверстіе ея могла проникнуть только часть преломленнаго свѣта, прошедшаго чрезъ первую доску, остальная же часть задерживалась доскою и дала на ней цвѣтной спектръ Солнца. Непосредственно за второй доской я помѣстилъ вторую призму, которая должна была отклонять свѣтъ, проходящій въ отверстіе. Медленно поворачивая первую призму около ея оси, я достигалъ того, что спектръ занималъ различныя положенія на второй доскѣ, такъ что всѣ части его одна за другой могли проходить черезъ отверстіе въ этой доскѣ и падать на находящуюся позади ея призму. Въ то же время я отмѣчалъ положеніе, занимаемое на противоположной стѣнѣ лучами послѣ ихъ прохожденія черезъ вторую призму. Изъ различія въ ихъ положеніи я нашелъ, что лучи большей преломляемости, образующіе голубую часть спектра, и во второй призмѣ преломлялись сильнѣе, чѣмъ красные.

Пусть F обозначаетъ отверстіе въ ставнѣ, черезъ которое солнечный свѣтъ попадаетъ на первую призму ABC. Послѣ преломленія свѣтъ падаетъ на средину доски DE, и часть лучей этого пучка проходитъ въ отверстіе G, находящееся въ рединѣ этой доски. Часть свѣта, прошедшую внутрь, направимъ на средину второй доски и получимъ на ней удлиненный спектръ, какъ мы это описали раньше. Если затѣмъ призму ABC медленно поворачивать около ея оси, то и изображеніе перемѣщается по доскѣ de вверхъ и внизъ и такимъ образомъ можно заставить каждую часть спектра поочередно проходить въ отверстіе g, находящееся на срединѣ этой доски. Непосредственно за отверстіемъ g помѣщается другая призма abc, которая вторично преломляетъ падающій внутрь комнаты лучъ. Окончивъ эти приготовленія, я отмѣтилъ на противоположной стѣнѣ положенія M и N преломленнаго луча. Я нашелъ, что если вторую призму и обѣ доски оставить неподвижными, то при вращеніи первой призмы положеніе M и N непрерывно измѣнялось. Именно, когда черезъ вторую доску de и отверстіе g проходилъ нижній край спектра, то на стѣнѣ онъ занималъ болѣе низкое положеніе M; пропустивъ же въ то же отверстіе g верхнюю часть спектра, я получалъ его изображеніе на болѣе высокомъ мѣстѣ N. Наконецъ, при прохожденіи черезъ отверстія средней части спектра получалось изображеніе въ пространствѣ между M и N. Отверстія въ доскахъ, сохраняя одно и то же положеніе, обусловливали то, что уголъ паденія лучей на призму оставался неизмѣннымъ. И, однако, при одномъ и томъ же углѣ паденія, одни лучи преломлялись больше, другіе меньше, и именно сильнѣе преломлялись тѣ, которые и первою призмой были болѣе отклонены отъ первоначальнаго направленія. Поэтому, такіе лучи приличествуетъ называть лучами большей преломляемости, такъ какъ они всегда отклоняются въ большей степени.

Г. Кирхгофъ. Изслѣдованіе солнечнаго спектра и спектровъ химическихъ элементовъ [1]). Если разсматривать образованный призмою насколько возможно чистый солнечный спектръ чрезъ зрительную трубку слабаго увеличенія, то между линіями, обозначенными *Фраунгоферомъ* посредствомъ буквъ алфавита, замѣчаются смутныя очертанія тонкихъ линій и полосъ, мало бросающихся въ глаза. Если употребить бо́льшее число призмъ и болѣе сильное увеличеніе, то такихъ линій выступаетъ еще болѣе, если приборы обладаютъ достаточнымъ совершенствомъ. Эти линіи такъ характерно группируются, что ихъ легко замѣтить и распознать всякій разъ на ихъ обычномъ мѣстѣ. Въ Фраунгоферовомъ рисункѣ солнечнаго спектра (Denkschriften der Münchener Akademie für 1814 und 1815) обозначены только немногія изъ этихъ группъ линій. Я постарался обозначить ихъ насколько возможно полнѣе и точнѣе, по крайней мѣрѣ, для самой яркой части спектра [2]). Для обозначенія я начертилъ шкалу, раздѣленную на миллиметры, начиная съ произвольно выбранной точкѣ отправленія. Она служитъ для того, чтобы было легче намѣчать каждую линію. Такъ, я обозначаю, напр., двѣ линіи, обозначенные Фраунгоферомъ черезъ D, числами 100,28 и 100,69.

---

[1]) Отдѣльный оттискъ изъ отчетовъ Королевской Академіи наукъ въ Берлинѣ 1861. Второе дополненное изданіе. Берлинъ. 1862.

[2]) Спектральный аппаратъ, употребленный Кирхгофомъ, имѣлъ четыре призмы. Изображеніе этого аппарата дано на рис. 111.

Брюстеръ[1]) сдѣлалъ важное открытіе, указавъ на появленіе новыхъ темныхъ линій на солнечномъ спектрѣ, когда Солнце приближается къ горизонту. Эти линіи несомнѣнно обязаны своимъ происхожденіемъ нашей атмосферѣ. Съ помощью моего аппарата я могъ часто наблюдать появленіе группъ этихъ линій возлѣ D съ замѣчательною отчетливостью. Они, однако, не обозначены въ моемъ изображеніи солнечнаго спектра, взятаго въ то время, когда Солнце находится высоко на горизонтѣ.

Но и при высокомъ положеніи Солнца я замѣчалъ въ различныхъ частяхъ спектра неясное очертаніе линій и туманныхъ полосъ, которыя не пытался обозначить на снимкѣ спектра. Я не сомнѣваюсь, что съ помощью большого количества призмъ можно было бы разложить эти неясныя группы въ отчетливыя линіи. Уже употреблявшійся мною аппаратъ показываетъ, насколько искусство оптики ушло впередъ. Можно употреблять теперь вдвое и втрое больше призмъ, чѣмъ въ моемъ аппаратѣ, и безъ всякаго ущерба отчетливости линій. Разложеніе этихъ туманныхъ полосъ представляетъ, по моему, подобный же интересъ, какъ разложеніе туманныхъ пятенъ звѣзднаго неба, точно такъ же, какъ точное изслѣдованіе солнечнаго спектра не менѣе важно для науки, какъ изслѣдованіе звѣзднаго неба.

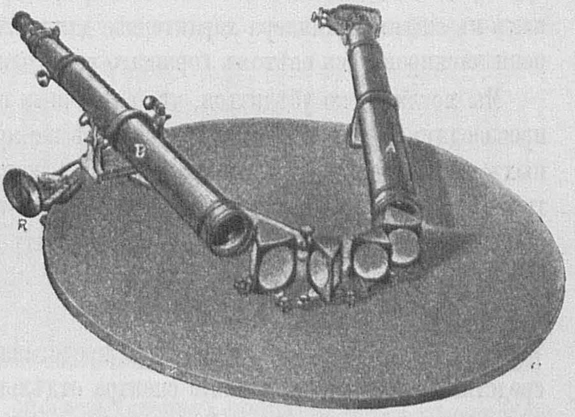


Рис. 111. Спектроскопъ Корхгофа, съ которымъ онъ производилъ свои опыты.

Спектры химическихъ элементовъ. Цвѣтъ, въ который соли извѣстныхъ металловъ окрашиваютъ пламя паяльной трубки, уже издавна служилъ химикамъ средствомъ узнавать ихъ присутствіе. Такъ, желтый свѣтъ получается въ присутствіи солей натрія, фіолетовый—солей калія, зеленый—барія. Этотъ способъ оказывался, однако, непригоднымъ въ тѣхъ случаяхъ, когда многіе изъ этихъ металловъ находились вмѣстѣ и цвѣтъ, производимый однимъ, маскировался, смѣшиваясь съ другими. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, употребляя цвѣтныя стекла или жидкость, можно было до нѣкоторой степени устранить недостатки этого способа[2]). Отсюда было недалеко до того, чтобы, вмѣсто цвѣтныхъ стеколъ или жидкостей, примѣнить призму для разложенія смѣшанныхъ цвѣтовъ пламени, тѣмъ болѣе, что уже многократно призма употреблялась для изученія спектра пламени. Фраунгоферъ открылъ въ спектрѣ пламени восковой свѣчи нѣкоторыя яркія линіи, Брюстеръ и Миллеръ въ спектрѣ нѣкоторыхъ солей обнаружили другія линіи. Миллеръ растворялъ изслѣдуемую соль въ алкоголѣ и анализировалъ пламя алкоголя при помощи призмы. Бунзенъ и я замѣняли при нашихъ совмѣстныхъ работахъ пламя алкоголя Бунзеновой газовой горѣлкой, пламя которой менѣе ярко и обладаетъ болѣе высокой температурой. Съ помощью платиновой проволоки мы вводили въ самую внѣшнюю часть ея пламени различныя соли и разсматривали спектръ паровъ, поднимающихся надъ расплавленнымъ шарикомъ соли. Явленія самыя блестящія, какія только можно наблюдать въ оптикѣ, представились при этомъ нашимъ глазамъ. Мы видѣли съ величайшею яркостью и отчетливостью только спектръ, свойственный взятой соли, между тѣмъ какъ въ опытахъ Миллера характерное для этихъ спектровъ въ значительной степени маскировалось свѣтомъ горящаго алкоголя.

---

[1]) *Давидъ Брюстеръ родился* въ Шотландіи въ 1781 г. и умеръ 1868. Его величайшія заслуги состоятъ въ открытіяхъ въ *области оптики*. Онъ сталъ извѣстенъ болѣе широкому кругу публики изобрѣтеніемъ *калейдоскопа* и *стереоскопа*, а также какъ біографъ Ньютона.

[2]) Присутствіе калія, когда онъ находится вмѣстѣ съ натріемъ, можетъ быть узнано, разсматривая пламя чрезъ кобальтовое стекло или растворъ индиго, поглощающій желтый цвѣтъ, придаваемый натріемъ пламени.

Мы могли легко убѣдиться, что различныя соли однихъ и тѣхъ же металловъ производятъ въ спектрѣ всегда однѣ и тѣ же яркія линіи и что смѣсь солей различныхъ металловъ даетъ спектръ такой же, какой получается при наложеніи спектровъ отъ каждой изъ этихъ солей. Мы могли такимъ образомъ на основаніи этихъ яркихъ линій спектра положить начало методу качественнаго химическаго анализа, плодотворность котораго была доказана уже цѣлымъ рядомъ полученныхъ результатовъ.

Темныя линіи солнечнаго спектра представляютъ неоцѣненное вспомогательное средство для опредѣленія линій спектра отдѣльныхъ элементовъ. Для этого я помѣщалъ въ верхней половинѣ щели моего спектроскопа двѣ небольшія прямоугольныя призмы, расположенныя такимъ образомъ, что онѣ, послѣ двойного преломленія, направляли спектръ искусственнаго источника свѣта, помѣщеннаго сбоку, къ большой призмѣ спектроскопа. Въ нижнюю часть щели въ то же самое время непосредственно пропускались лучи Солнца. Такое устройство позволяло видѣть въ астрономическую трубу въ верхней половинѣ поля зрѣнія соленчный спектръ, а въ нижней спектръ искусственнаго источника свѣта [1]).

Такимъ образомъ легко было опредѣлить относительное положеніе темныхъ линій солнечнаго спектра по отношенію къ яркимъ линіямъ спектра искусственнаго свѣта.

Для произведенія спектровъ металловъ я употреблялъ почти исключительно электрическую искру, по причинѣ большей яркости свѣта, которую она даетъ. Спектръ электрической искры былъ впервые изслѣдованъ Фраунгоферомъ, который нашелъ въ немъ много яркихъ линій. Впослѣдствіи было сдѣлано открытіе, что спектръ этотъ измѣняется съ природой электродовъ. Было найдено, что свѣтлыя линіи, его составляющія, распадаются на двѣ категоріи, изъ коихъ одна обусловливается газомъ, въ которомъ образуется искра, другая металлами, между которыми она вылетаетъ.

---

[1]) Астрономическая труба даетъ обратное изображеніе, поэтому солнечный спектръ получался въ полѣ зрѣнія выше искусственнаго.

Въ моихъ опытахъ я пользовался электрическими искрами, производимыми индукціоннымъ аппаратомъ достаточной силы, чтобы давать искру 0,3 м. длиною. Электроды покрывались растворомъ изслѣдуемой соли. Свѣтлыя линіи, принадлежавшія спектру воздуха, въ средѣ котораго разряжались искры, были мало замѣтны для глаза, вслѣдствіе короткой продолжительности индукціонныхъ ударовъ и незначительной ширины щели. Если сравнивать взаимно спектры различныхъ металловъ, то окажется, что многія свѣтлыя линіи этихъ спектровъ совпадаютъ. Особенно ясно это совпаденіе въ спектрѣ желѣза и магнезіи при 165,56 и въ спектрѣ желѣза и кальція при 157,27. Мнѣ кажется, большого интереса заслуживаетъ вопросъ, совпадаютъ ли вполнѣ упомянутыя линіи или только лежатъ очень близко одна возлѣ другой. Я не могу положиться на точность моихъ наблюденій, чтобы рѣшить этотъ вопросъ. Мнѣ кажется, что для этого нужно увеличить какъ число призмъ, такъ и силу свѣта.

Положеніе свѣтлыхъ линій въ спектрѣ пара расплавленнаго металла не зависитъ ни отъ температуры, ни отъ присутствія другихъ паровъ. Оно обусловливается химическими свойствами пара. Справедливость этого положенія была доказана рядомъ опытовъ, предпринятыхъ съ этой цѣлью мною и Бунзеномъ. Но видъ спектра одного и того же пара можетъ быть очень различенъ при различныхъ условіяхъ. Если плотность пара увеличивается, то увеличивается также и яркость всѣхъ линій его спектра, но въ различной степени. Такое же вліяніе, какъ и плотность, повидимому, оказываетъ температура изслѣдуемаго пара. При возвышеніи послѣдней общій максимумъ свѣта не увеличивается, но однѣ линіи становятся ярче, тогда какъ другія блѣднѣютъ, а при пониженіи замѣчаются обратныя явленія. Такое вліяніе плотности пара и его температуры объясняетъ вполнѣ, почему во многихъ спектрахъ металловъ наиболѣе характерныя линіи оказываются различными, смотря по тому, изслѣдуется ли металлъ въ газовомъ пламени или съ помощью электрической искры. Свѣтлыя линіи въ спектрѣ свѣтящагося газа могутъ быть сравнены съ тонами звучащихъ тѣлъ. Какова бы ни была причина, производящая тоны, высота его остается неизмѣнной.

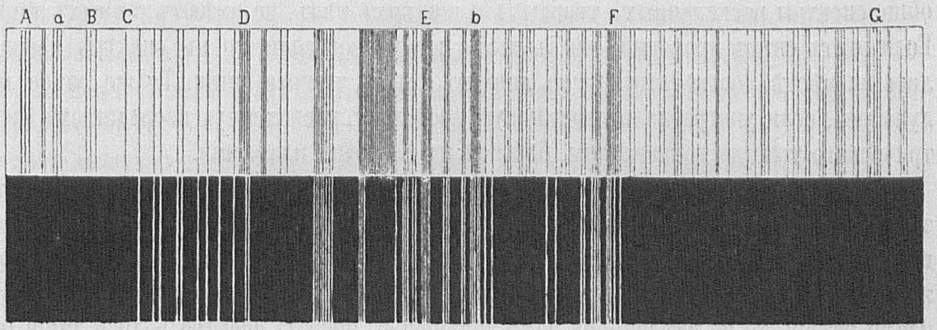


Рис. 112. Часть линій солнечнаго спектра (вверху), совпадающихъ съ линіями спектра желѣза (внизу).

Обращеніе спектра пламени. Фуко[1]), при своихъ опытахъ со спектромъ вольтовой дуги между электродами изъ угля и различными металлами, замѣтилъ, что свѣтлыя линіи натрія превращаются въ темныя отъ наложенія на его спектръ спектра, исходящаго отъ угольныхъ электродовъ свѣта. Когда онъ пропускалъ чрезъ дугу солнечный свѣтъ, то въ спектрѣ темныя линіи D появлялись съ необыкновенною отчетливостью.

---

[1] Знаменитый французскій физикъ, родился въ 1819 году въ Парижѣ, умеръ въ 1868 г. Маятникъ Фуко, посредствомъ котораго дано прямое доказательство вращенія Земли вокругъ своей оси, будетъ описанъ ниже.

Факты эти ни Фуко, ни другіе физики не попытались объяснить. Они были мнѣ неизвѣстны, когда Бунзенъ и я предприняли наши изслѣдованія, касающіяся спектровъ цвѣтныхъ пламенъ. Чтобы убѣдиться въ совпаденіи линій натрія съ линіями D, я получилъ умѣренной яркости солнечный спектръ и поднесъ къ щели спектроскопа пламя натрія. Я увидѣлъ, что темныя линіи D превратились въ свѣтлыя. Желая знать, насколько можно увеличить яркость солнечнаго спектра, прежде чѣмъ линіи натрія перестанутъ быть замѣтны, я далъ возможность солнечнымъ лучамъ, прошедшимъ чрезъ пламя натрія, падать въ полномъ ихъ блескѣ на щель спектроскопа. Къ моему удивленію, темныя линіи D выступили съ чрезвычайной отчетливостью. Тотда я замѣнилъ солнечный свѣтъ Друмондовымъ [1]), спектръ котораго, какъ и вообще спектры раскаленныхъ твердыхъ и жидкихъ тѣлъ, не имѣютъ темныхъ линій. Если этотъ свѣтъ проходилъ чрезъ пламя поваренной соли, то въ спектрѣ появлялись на мѣстѣ, соотвѣтствующемъ линіямъ натрія, темныя линіи. То же самое получалось, если употребляли платиновую проволоку, раскаленную посредствомъ электрическаго тока до температуры, близкой къ ея точкѣ плавленія.

Явленія эти легко объясняются, если мы примемъ, что пламя натрія поглощаетъ только тѣ изъ лучей, которые сами испускаютъ, всѣ же другіе оно пропускаетъ безъ измѣненія. Что такое объясненіе удовлетворительно, показываетъ слѣдующее соображеніе. Если предъ раскаленной платиной, спектръ которой наблюдаютъ, поставить пламя натрія, то по сдѣланному нами допущенію, яркость спектра вблизи линій натрія не должна измѣняться. Въ предѣлахъ этихъ линій она измѣняется по двумъ причинамъ: интенсивность свѣта, исходящаго отъ платиновой проволоки, уменьшится на извѣстную часть своей первоначальной величины вслѣдствіе поглощенія пламенемъ натрія, свѣтъ же самаго пламени настолько же увеличится. Ясно, что если только платиновая проволока даетъ достаточно сильный свѣтъ, то потеря въ свѣтѣ въ силу поглощенія должна возмѣщаться выигрышемъ въ интенсивности свѣта пламени; линіи натрія будутъ казаться тогда темнѣе, чѣмъ окружающія ихъ части спектра и даже, вслѣдствіе контраста съ окружающимъ, совсѣмъ черными, если поглощеніе достаточно велико; хотя, конечно, интенсивность ихъ свѣта гораздо больше, чѣмъ та, которую пламя натрія имѣло бы само по себѣ. Такъ же легко, какъ свѣтлыя линіи натрія, можно превратить въ темныя и красныя линіи литія. Если пропустить чрезъ пламя литія солнечные лучи, то въ спектрѣ, на мѣстѣ линій литія, появляются черныя линіи, не уступающія по своей отчетливости вышеупомянутымъ Фраунгоферовымъ линіямъ. Эти линіи исчезаютъ, если пламя удалить. Труднѣе превратить свѣтлыя линіи другихъ металловъ. Однако, намъ съ Бунзеномъ это удалось съ самыми свѣтлыми линіями калія, стронція, кальція и барія, зажигая смѣсь хлорнокислыхъ солей этихъ металловъ съ молочнымъ сахаромъ предъ щелью спектроскопа въ то время, какъ чрезъ послѣднюю проходили солнечные лучи.

---

[1]) Свѣтъ, получающійся отъ извести (мѣла), помѣщенной въ пламени кислорода и водорода. Свѣтъ этотъ очень яркъ. Названъ въ честь Томаса Друммонда (род. въ 1797 г., † въ 1840 г.), давшаго описаніе его въ сочиненіи «On the means of facilitating the observation of distant stations in geodetical operations». Филад. 1826 г.

Химическій составъ солнечной атмосферы. Фраунгоферъ замѣтилъ, что двѣ темныя линіи солнечнаго спектра, обозначенныя имъ буквой *D*, совпадаютъ съ двумя свѣтлыми линіями, извѣстными теперь, какъ линіи натрія. Бѣглый взоръ, брошенный на мои таблицы спектровъ, показываетъ большое число такихъ совпаденій. Заслуживаетъ особеннаго вниманія тотъ фактъ, что на мѣстѣ, гдѣ приходятся линіи желѣза, во всѣхъ наблюдаемыхъ мною случаахъ, въ солнечномъ спектрѣ появляются темныя линіи. Мнѣ кажется, принимая во вниманіе точность употребляемыхъ мною средствъ наблюденія, я могу съ не меньшей увѣренностью утверждать совпаденіе этихъ линій, чѣмъ это было сдѣлано до сихъ поръ относительно совпаденія линій натрія съ линіями *D*. Самый же фактъ находитъ свое полное объясненіе въ томъ, что лучи Солнца, проходя чрезъ пары желѣза, испытываютъ свойственное послѣднимъ поглощеніе. Ничто не говоритъ противъ допущенія этихъ паровъ въ солнечной атмосферѣ, принимая во вниманіе ея температуру. Наблюденія солнечнаго спектра доказываютъ, по моему мнѣнію, присутствіе желѣзныхъ паровъ въ солнечной атмосферѣ со всей убѣдительностью, какая только можетъ быть достигнута въ естествознаніи [1]).

Разъ доказано присутствіе одного земного элемента въ солнечной атмосферѣ, и такимъ образомъ объяснено значительное число Фраунгоферовыхъ линій, естественно было предположеніе, что тамъ находятся и другіе земные элементы, которые и образуютъ, вслѣдствіе поглощенія, другія Фраунгоферовы линіи. Весьма вѣроятно, что вещества, находящіяся въ большихъ массахъ на поверхности Земли и отличающіяся особенно яркими линіями ихъ спектра, могли бы быть найдены подобнымъ же образомъ, какъ и желѣзо, въ солнечной атмосферѣ. Дѣйствительно, это и удалось относительно кальція, магнезіи и натрія. Правда, число свѣтовыхъ линій въ спектрѣ каждаго изъ этихъ металловъ очень незначительно, но эти линіи, такъ же, какъ линіи солнечнаго спектра, съ которыми они, повидимому, совпадаютъ, появляются съ такою отчетливостью, что ихъ совпаденіе можетъ наблюдаться особенно ясно.

Было интересно знать, содержитъ ли солнечная атмосфера также никкель и кобальтъ, эти постоянные спутники желѣза въ метеорныхъ массахъ. Спектры этихъ двухъ металловъ отличаются, какъ и спектръ желѣза, чрезвычайно большимъ числомъ своихъ линій. Но линіи никкеля, и еще болѣе кобальта, гораздо менѣе свѣтлы, чѣмъ линіи желѣза. Поэтому я не могъ наблюдать ихъ съ такою же отчетливостью, какъ линіи желѣза. Наиболѣе свѣтлыя линіи никкеля, повидимому, всѣ совпадаютъ съ линіями солнечнаго спектра. То же самое происходитъ съ нѣкоторыми линіями кобальта, но другія, хотя и одинаковой почти яркости, не совпадаютъ. На основаніи моихъ наблюденій я, мнѣ кажется, могу заключить, что никкель находится въ солнечной атмосферѣ. Относительно кобальта удерживаюсь произнести свой приговоръ [2]).

---

[1]) Положеніе линій желѣза обозначено въ таблицѣ Кирхгофа внизу подъ спектромъ (см. рис. 112). Число линій желѣза во взятой нами части спектра незначительно.

[2]) Существованіе кобальта въ атмосферѣ Солнца было установлено позднѣйшими изслѣдованіями. Путемъ спектральнаго анализа было положительно доказано присут-

Барій, мѣдь и цинкъ, повидимому, находятся также въ солнечной атмосферѣ, но въ очень маломъ количествѣ. Прочіе изслѣдованные мною металлы, какъ-то: золото, серебро, ртуть, алюминій, кадмій, олово, свинецъ, сурьма, мышьякъ, стронцій, литій, по моимъ наблюденіямъ, не замѣчаются въ атмосферѣ Солнца.

Чтобы объяснить темныя линіи въ солнечномъ спектрѣ, мы должны допустить, что атмосфера Солнца окружаетъ свѣтящееся тѣло, которое само по себѣ могло бы дать спектръ безъ темныхъ линій. Всего вѣроятнѣе допустить, что Солнце состоитъ изъ твердаго или жидкаго ядра, раскаленнаго до высочайшей степени жара и окруженнаго атмосферой съ температурой нѣсколько менѣе высокой.

Такое представленіе о составѣ Солнца согласуется съ гипотезой Лапласа относительно образованія нашей планетной системы. Масса, которая теперь сгустилась въ отдѣльныя тѣла этой системы, въ прежнія времена составляла одну общую туманность, занимавшую огромное пространство. Вслѣдствіе ея постепеннаго уплотненія возникли Солнце, планеты и ихъ спутники. Ясно, что всѣ эти тѣла во время ихъ образованія имѣли одинаковый составъ. Геологія учитъ, что Земля нѣкогда находилась въ жидкомъ расплавленномъ состояніи. Необходимо допустить, что и другія планеты солнечной системы были нѣкогда въ такомъ же состояніи. Охлажденіе, вслѣдствіе лучеиспусканія теплоты, произошло у всѣхъ ихъ въ очень различной степени. Между тѣмъ какъ Луна болѣе охладилась, чѣмъ Земля, температура солнечной массы еще не упала ниже бѣлаго каленія. Земная атмосфера, содержащая теперь только немногіе элементы, должна была обладать болѣе сложнымъ составомъ въ то время, когда Земля еще была въ расплавленномъ состояніи. Всѣ вещества, могущія стать въ калильномъ жарѣ летучими, должны были входить въ ея составъ. Подобный составъ должна имѣть еще и теперь атмосфера Солнца [1]).

Къ тому, что уже сказано о спектрахъ тѣлъ, необходимо добавить, что *видимая* свѣтящаяся полоса спектра составляетъ еще не весь спектръ. Наблюденія доказываютъ, что кромѣ видимой, доступной глазу части спектра существуютъ еще невидимыя его части. Есть еще лучи (существованіе ихъ, между прочимъ, обнаруживается весьма чувствительнымъ термометромъ) *ниже* красныхъ, и лучи—*выше* фіолетовыхъ, такъ называемые *инфра-красные* и *ультра-фіолетовые* лучи. Послѣдніе изъ нихъ обнаруживаютъ весьма энергичное дѣйствіе (химическое) на фотографическую пластинку. Изслѣдованіе этихъ невидимыхъ частей

ствіе на Солнцѣ болѣе, чѣмъ 30 элементовъ, между коими находятся: желѣзо, никкель, марганецъ, хромъ, кобальтъ, углеродъ (200 линій), кальцій, магніи, натрій, кремній, стронцій, барій, алюминій, цинкъ, мѣдь, серебро, олово, свинецъ, калій. Не доказано присутствіе въ солнечной атмосферѣ: сурьмы, мышьяка, висмута, бора, углекислоты, золота, ртути, фосфора, сѣры (согласно *H. A. Rowland*, «John Hopkins University Circulars», 1891 X). Но этимъ еще не доказано, что послѣдніе элементы не входятъ въ составъ самой массы Солнца.

[1]) Упомянутый уже на стр. 184 Роуландъ, которому новѣйшее время обязано лучшими спектральными аппаратами и изслѣдованіями, полагаетъ, что наша Земля, нагрѣтая до температуры Солнца, дала бы спектръ, очень близкій къ спектру послѣдняго.

спектра тоже даетъ чрезвычайно цѣнныя и важныя данныя при изслѣдованіи природы и свойствъ тѣлъ.

Теперь, когда мы знаемъ въ общихъ чертахъ, какія услуги оказываетъ астрономіи примѣненіе спектральнаго анализа, слѣдуетъ припомнить, что̀ было сказано по поводу изобрѣтенія зрительной трубы. Введеніе телескопа составило эпоху въ астрономіи; и развитіе астрономіи съ тѣхъ поръ стало въ тѣсную связь съ развитіемъ теоріи и техники устройства трубы, съ практикой приготовленія стекла. Точно также новую эпоху въ наукѣ составило введеніе въ обиходъ астрономіи фотографіи и спектральнаго анализа,—такую эпоху, дальнѣйшіе научные успѣхи которой находятся въ тѣснѣйшей зависимости отъ чисто техническихъ усовершенствованій въ области фотографіи и въ устройствѣ спектроскопа или спектрографа.

Рис. 113. Секки.

Но послѣ этихъ завоеваній человѣческой изобрѣтательности осмѣлимся ли мы, подобно Конту, ограничивать въ будущемъ область астрономическихъ изысканій? Скажемъ ли мы, что вотъ это, молъ, астрономія можетъ знать, а вотъ этого она *никогда* не узнаетъ? Конечно, нѣтъ! Если безпредѣльность вселенной и ограниченность человѣческихъ чувствъ съ одной стороны, и внушаетъ намъ мысль о невозможности полнаго ея познанія, то съ другой, не менѣе вѣрно и то, что далеко еще не исчерпаны всѣ способы и пути, какими мы можемъ добиться возможнаго и болѣе высокаго познанія существующаго. Сыграетъ свою роль въ исторіи развитія науки спектральный анализъ и... Кто знаетъ, какія новыя могущественныя средства очутятся еще въ распоряженіи человѣческой пытливости? Кто знаетъ... Но обратимся къ занимающему насъ предмету и посмотримъ, что же дало прежде всего примѣненіе спектральнаго анализа къ изученію звѣзднаго міра.

Прежде всего подтвердился и былъ доказанъ всѣми подозрѣваемый еще со временъ Коперника фактъ, что миріады разсыпанныхъ по небу звѣздъ суть такія же, какъ наше, Солнца, или еще болѣе величественныя свѣтила. Свѣтящимися же точками звѣзды кажутся намъ только вслѣдствіе громадности разстояній отъ насъ. Въ этомъ, положимъ, почти никто не сомнѣвался и раньше на основаніи иныхъ соображеній. Но только спектральный анализъ далъ этому факту убѣдительное *опытное* (эмпирическое) доказательство. Выяснилось, что спектры звѣздъ подобны нашему солнечному спектру и отличаются отъ него только большимъ или меньшимъ количествомъ темныхъ линій.

Болѣе подробное изученіе звѣздныхъ спектровъ скоро привело къ замѣчательному открытію, что по спектру можно судить о *возрастѣ* звѣзды, иначе говоря—о томъ, на какой ступени *развитія*, или въ какомъ періодѣ *остыванія* находится данная звѣзда. Сдѣлалось возможнымъ подраздѣлить всѣ звѣзды на небольшое число классовъ (съ промежуточными группами), опредѣляемыхъ характеромъ ихъ спектровъ. Изъ новѣйшихъ изслѣдователей звѣздъ при помощи спектральнаго анализа слѣдуетъ назвать имена Секки, Гёггинса, Джеера, Фогеля, Шейнера, Пикеринга, Роуланда и Бѣлопольскаго. Ученый итальянецъ, аббатъ іезуитъ Секки, первый сдѣлалъ попытку подраздѣлить звѣзды по ихъ спектрамъ на четыре главныхъ класса. Въ наукѣ болѣе принята, однако, въ настоящее время классификація звѣздъ Германа Карла Фогеля (1842—1907), одного изъ величайшихъ астрономовъ - астрофизиковъ послѣднихъ дней и, можно сказать,—учителя современнаго поколѣнія астрофизиковъ. По Фогелю, всѣ наблюдаемыя звѣзды можно подраздѣлить на *три* главныхъ класса, при чемъ каждый классъ дѣлится на извѣстное число подклассовъ или группъ.

Къ *первому классу* относятся такъ называемыя *бѣлыя* звѣзды, спектръ которыхъ содержитъ въ себѣ весьма небольшое количество темныхъ линій и отмѣчается особенной яркостью своей голубой и фіолетовой части. Это наиболѣе «молодыя» и наиболѣе раскаленныя Солнца, находящіяся еще на первой ступени развитія. Изъ наиболѣе блестящихъ звѣздъ къ этому классу принадлежатъ между прочимъ Регулъ (α Льва), Сиріусъ (α Большаго Пса) и Вега (α Лиры).

Второй классъ заключаетъ въ себѣ *желтыя* звѣзды. Спектры этихъ звѣздъ насчитываютъ уже многія тысячи темныхъ, но тонкихъ линій. Это вторая ступень развитія звѣзды, при которой охлажденіе ея наружныхъ слоевъ болѣе значительно. Къ классу этихъ желтыхъ звѣздъ принадлежитъ и наше Солнце. Откуда заключаемъ, что оно имѣетъ почтеный, во всякомъ случаѣ—«средній» возрастъ, и что наше лучезарное и животворящее свѣтило стоитъ, быть можетъ, на дорогѣ къ «старости», до которой, впрочемъ, остаются еще многіе и многіе милліоны лѣтъ... Спектръ Солнца схожъ со спектрами Арктура (α Волопаса), Капеллы (α Возничаго) Альдебарана (α Тельца), Поллукса, Проціона и др. Слѣдовательно, эти звѣзды—ровесницы нашему Солнцу.

Наконецъ, *третій классъ*—это классъ *красныхъ* звѣздъ, въ спектрѣ которыхъ, кромѣ темныхъ линій, есть еще цѣлыя темныя полосы. Это наиболѣе остывшія Солнца. Къ нимъ принадлежатъ Бетейгейзе (α Оріона), α Геркулеса, α Кита, β Пегаса, Антаресъ и др. Къ этому же классу принадлежитъ и большинство такъ называемыхъ *перемѣнныхъ звѣздъ.*

По современнымъ выводамъ науки видъ сплошного спектра, излучаемаго собственно ядромъ звѣзды, зависитъ главнымъ образомъ отъ нѣкоторыхъ образованій въ атмосферѣ звѣздъ, подобныхъ облакамъ, а также (въ меньшей степени) отъ сильно уплотненныхъ металлическихъ паровъ звѣзды. Въ болѣе высокихъ слояхъ атмосферы находятся легкіе газы, водородъ или гелій, или оба вмѣстѣ, въ нижнихъ слояхъ— металлическіе пары. Въ звѣздахъ перваго класса атмосфера легкихъ газовъ такъ плотна и имѣетъ такую высокую температуру, что видимыя нами образованія почти цѣликомъ происходятъ въ этихъ верхнихъ слояхъ. Поэтому въ нихъ нѣтъ Фраунгоферовыхъ линій металловъ вовсе, или есть только слабыя. Линіи же водорода или гелія, наоборотъ, въ нихъ широки. Въ звѣздахъ второго класса охлажденіе уже больше. Тѣ облачныя образованія (конденсаціи), о которыхъ только что упомянуто, происходятъ не только въ высшихъ слояхъ атмосферы, но и въ атмосферѣ металловъ. Тутъ рѣзко выступаютъ темныя линіи металловъ. Ослабленіе фіолетоваго конца спектра и нѣсколько слабыхъ полосъ въ красной части указываютъ на болѣе низкую температуру.

Явленія, свидѣтельствующія о еще болѣе низкой температурѣ, рѣзче видны у красноватыхъ звѣздъ (третій классъ). Обычная у послѣднихъ перемѣнность наводитъ на предположеніе о существованіи болѣе холодныхъ и теплыхъ періодовъ, подобныхъ тѣмъ, какія обнаруживаются и у нашего Солнца въ періодичности его *пятенъ*, о чемъ поговоримъ въ главѣ о Солнцѣ и его системѣ. Затѣмъ яркость звѣздъ постепенно уменьшается, а окраска принимаетъ ясный красный оттѣнокъ, указывая на сравнительно низкую температуру. За этой стадіей слѣдуетъ стадія господства однихъ только темныхъ инфракрасныхъ лучей,— звѣзда обращается въ несвѣтящееся небесное тѣло. Въ общемъ, звѣзды обнаруживаютъ то же химическое строеніе, что и Солнце. Вездѣ замѣтна выдающаяся роль водорода и гелія, а также желѣза, натрія, кальція и магнія. Поэтому нѣтъ сомнѣнія, что наше Солнце по строенію близко неподвижнымъ звѣздамъ. Оно, какъ упомянуто, есть неподвижная звѣзда второго класса, и именно—перваго его подотдѣла.

Такимъ образомъ, примѣненіе спектральнаго анализа къ изученію звѣздъ привело къ мысли о развитіи, постепенномъ охлажденіи и угасаніи этихъ свѣтилъ. Сотни сотенъ и тысячи тысячъ милліоновъ лѣтъ тянутся подобные міровые процессы; однако наука съ увѣренностью говоритъ о нихъ, наблюдая и изучая звѣздные спектры въ теченіе какихъ-нибудь 40 послѣднихъ лѣтъ. Такова сила сравнительнаго изученія предметовъ одного и того же рода, но находящихся на разныхъ ступеняхъ своего развитія. Не менѣе важенъ и другой выводъ, который дѣлается все болѣе и болѣе вѣроятнымъ по мѣрѣ изученія темныхъ линій звѣздныхъ спектровъ и сравненія ихъ съ солнечнымъ. Выводъ этотъ заключается въ томъ, что матерія, изъ которой состоитъ вся необъятная вселенная, всюду и вездѣ одинакова, что элементы, составляющіе звѣздные и надзвѣздные міры, находятся всѣ и на нашей крошечной пылинкѣ-Землѣ. Давно ли утверждали, наприм., что на Солнцѣ есть особый элементъ, уже не разъ упомянутый здѣсь *гелій*, котораго нѣтъ на Землѣ. Въ 1895 г. этотъ гелій былъ обнаруженъ и изслѣдованъ въ нашихъ лабораторіяхъ. Теперь очередь за *короніемъ*, имѣющимся на Солнцѣ и у нѣкоторыхъ звѣздъ, но еще не открытымъ на Землѣ. «Еще не открытымъ» говоримъ мы потому, что не нужно отличаться особой проницательностью, чтобы видѣть, какъ постепенное накопленіе положительныхъ знаній приводитъ насъ все болѣе и болѣе къ заключенію о единствѣ вещества во всемъ видимомъ разнообразіи вселенной.

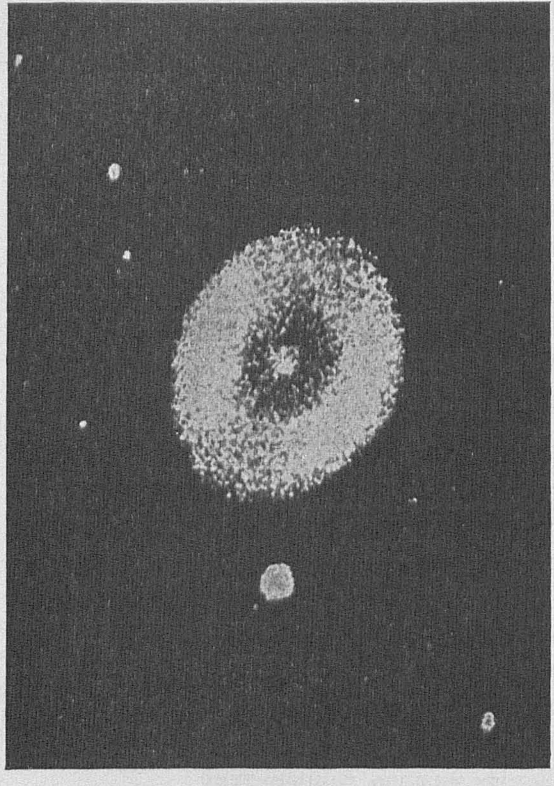


Рис. 114. Кольцевая туманность въ созвѣздіи Лиры.
По фотографіи.

Наиболѣе загадочный для самыхъ могущественныхъ телескоповъ міръ туманностей при примѣненіи фотографіи и спектральнаго анализа тоже началъ открывать одну за другой свои тайны. Спектроскопъ съ несомнѣнностью доказалъ, что однѣ изъ этихъ туманностей, неразрѣшимыя въ самые сильные телескопы, суть звѣздныя скопленія, а другія дѣйствительно газообразны. Теперь, напримѣръ, мы несомнѣнно знаемъ, что описанная уже въ предыдущей главѣ знаменитая туманность въ созвѣздіи Андромеды (см. рисун. на стр. 171) есть скопленіе звѣздъ, потому что она даетъ спектръ поглощенія. Съ другой стороны фотографіи той же туманности свидѣтельствуютъ объ ея кольцеобразномъ или спиральномъ строеніи. Отсюда само собой слѣдуетъ заключеніе, что въ звѣздныхъ кучахъ и туманностяхъ, возможно болѣе или менѣе правильное распредѣленіе всѣхъ звѣздъ около нѣкотораго центра. Поэтому еще большую вѣроятность пріобрѣтаетъ предположеніе, что постоянно наблюдаемый нами Млечный Путь также состоитъ изъ цѣлаго ряда колецъ, или звѣздныхъ скопленій—тучъ, спирально вьющихся около нѣкотораго центра или даже нѣкоторой центральной линіи.

Изъ другихъ туманностей чаще всего приходится слышать о также описанной въ предыдущей главѣ великолѣпной и огромной туманности Оріона и о кольцеобразной туманности въ созвѣздіи Лиры (см. рис. 114). Обѣ онѣ даютъ прерывный спектръ, а слѣдовательно несомнѣнно газообразны. Спектроскопическія изслѣдованія выяснили также почти во всѣхъ изслѣдованныхъ туманностяхъ присутствіе водорода, азота и въ нѣкоторыхъ гелія. Но тѣ же изслѣдованія указываютъ еще на существованіе въ туманностяхъ газа, намъ совершенно неизвѣстнаго. По мнѣнію нѣкоторыхъ ученыхъ, этотъ газъ является однимъ изъ тѣхъ немногихъ первичныхъ веществъ, изъ которыхъ произошли наши, такъ называемыя, *простыя тѣла*, или *химическіе элементы*. Но это пока, конечно, предположеніе. Въ общемъ, необычайная простота спектровъ газообразныхъ туманностей и нѣкоторыя подробности ихъ внѣшняго строенія невольно наводятъ на мысль, что эти образованія даютъ понятіе о первыхъ ступеняхъ возникновенія и развитія звѣздныхъ и планетныхъ міровъ (См. рис. планетарныхъ туманностей на стр. 205).

Рис. 115. Э. Пикерингъ.

Итакъ, изученіе спектровъ разсѣянныхъ во вселенной свѣтилъ позволяетъ намъ судить какъ о физическомъ строеніи свѣтила, такъ и о ступени развитія, на которой они находятся, — о «возрастѣ» ихъ. Не правда ли, интересно и поучительно узнать и подсчитать относительную жизнеспособность вселенной, узнать, сколько міровъ близятся къ кончинѣ, сколько ихъ въ среднемъ возрастѣ, сколько горитъ еще яркимъ, неослабленнымъ «молодымъ» свѣтомъ, сколько еще, наконецъ, находятся въ зачаточномъ состояніи. Задача величественна и грандіозна! И тѣмъ не менѣе наука взялась за ея разрѣшеніе съ большимъ основаніемъ на успѣхъ. Соединеніе спектральнаго анализа съ фотографіей (спектрографія) даетъ возможность получать сразу спектры свѣтилъ цѣлаго участка неба. Эти спектры запечатлѣваются фотографической пластинкой, затѣмъ подвергаются сравнительному изученію, и содержащіяся въ нихъ звѣзды дѣлятся на соотвѣтствующіе классы. Огромная и кропотливая работа, иниціаторомъ которой является такой первоклассный астрономъ нашихъ дней, какъ Пикерингъ, директоръ образцовой и богатой обсерваторіи Гарвардскаго колледжа (въ Америкѣ), обставленной многочисленнымъ штатомъ талантливыхъ работниковъ.

Но, быть можетъ, самымъ удивительнымъ и остроумнымъ покажется то, что изслѣдованіе спектровъ свѣтилъ позволяетъ судить не только объ ихъ химическихъ и физичекихъ свойствахъ, но также и объ ихъ собственномъ *движеніи*. Судить объ этомъ позволяютъ тѣ же Фраунгоферовы линіи спектра. Если звѣзда движется по направленію къ намъ или отъ насъ, то Фраунгоферовы линіи на ея спектрѣ, какъ оказывается, *перемѣщаются*. Эти перемѣщенія, конечно, до чрезвычайности малы и незамѣтны. Однако они не ускользаютъ отъ измѣренія современными совершенными приборами. И вотъ, измѣряя эти смѣщенія темныхъ линій спектра, опредѣляютъ прежде всего, приближается ли къ намъ свѣтило или нѣтъ, и затѣмъ вычисляютъ даже скорость движенія свѣтила въ пространствѣ и направленіе этого движенія. Но какъ и почему? Читатель объ этомъ можетъ безъ особаго труда составить общее понятіе, если вникнетъ въ слѣдующее.

Свѣтящееся тѣло посылаетъ намъ лучъ, который пронизываетъ пространство прямолинейно съ быстротой 300 000 километровъ въ секунду и, наконецъ, попадаетъ въ нашъ глазъ, вызывая въ немъ нѣкоторое ощущеніе, которому мы даемъ названіе *свѣта*. Наука имѣетъ вѣскія основанія предполагать, что все междузвѣздное пространство вселенной заполнено невообразимо тончайшей, но вмѣстѣ и чрезвычайно упругой средой, которой дали названіе *эѳира*. Этотъ эѳиръ служитъ, такъ сказать, передаточной инстанціей отъ свѣтила къ свѣтилу, отъ міра къ міру всѣхъ проявленій дѣятельности вещества, совершающихся во вселенной часто на сказачно-огромныхъ другъ отъ друга разстояніяхъ. Быть можетъ даже, что, благодаря тому же эѳиру, между тѣлами вселенной обнаруживается и та сила взаимнаго тяготѣнія, законы которой выведены Ньютономъ.

Итакъ, по той или иной причинѣ, но въ эѳирѣ возникаютъ періодическія *волнообразныя* движенія, которыя отъ источника возбужденія распространяются лучами — отъ одной частицы эѳирной среды къ другой.

Принимаютъ, что и свѣтъ есть также результатъ колебаній волнъ эѳира. Какова же величина длины волнъ свѣта, и какъ быстро свѣтовыя волны эѳира колеблются?

Что называютъ «длиной волны», читатель можетъ уяснить изъ прилагаемаго рисунка 116, гдѣ часть сплошной волнистой линіи, отрѣзанная пунктиромъ, и есть длина волны.

И вотъ, оказывается, что для каждаго отдѣльнаго цвѣта свѣта имѣется и своя опредѣленной длины волна. Самыя длинныя волны принадлежатъ красному и оранжевому цвѣтамъ спектра, а самыя короткія синему и фіолетовому. Пусть, однако, читатель постоянно помнитъ, насколько по нашимъ понятіямъ длина этихъ свѣтовыхъ волнъ мала, прямо таки—ничтожна. Такъ, на протяженіи одного миллиметра помѣщается около 1 200 красныхъ волнъ, и на томъ же протяженіи умѣщается около 2 500 синихъ или фіолетовыхъ. Не правда ли, что такую «длину» почти невозможно себѣ представить? Въ толщинѣ волоска умѣщается десятки такихъ волнъ. И однако они измѣряются—и измѣряются точно. Только единицей измѣренія служитъ уже, конечно, не метръ, не аршинъ, не дюймъ, или что-либо въ этомъ родѣ, а *миллимикронъ*, т. е. *одна милліонная* часть миллиметра. Такъ что при изученіи, скажемъ, звѣздъ астроному приходится съ одной стороны употреблять такія чуть не безконечно-большія мѣры, какъ свѣтовые года, и здѣсь же обращаться чуть ли не къ безконечно малому—миллимикрону. Знаменательный символъ вселенной, которая и въ безконечно большихъ и въ безконечно малыхъ своихъ проявленіяхъ—одинаково могущественна, безстрастна и точна.

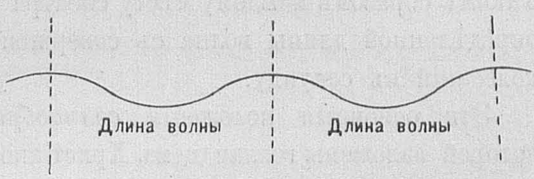


Рис. 116.

Для каждаго цвѣта имѣется, значитъ, своя длина волны колебаній эѳира, а между тѣмъ быстрота распространенія свѣта (около 300 000 кил. въ секунду) одна и та же для всѣхъ цвѣтовъ спектра. Почему такъ? Оказывается, что это зависитъ отъ быстроты колебаній различныхъ волнъ въ одну секунду. Болѣе длинныя волны колеблются за то медленнѣе, а болѣе короткія быстрѣе. Другими словами,—отъ источника свѣта въ одну секунду исходитъ тѣмъ большее число волнъ, чѣмъ эти волны короче, и общая скорость всѣхъ цвѣтовъ, составляющихъ бѣлый свѣтовой лучъ, такимъ образомъ, уравновѣшивается.

Быстрота колебаній въ секунду этихъ ничтожно малыхъ по длинѣ волнъ колоссальна. Такъ, напр., волна въ красной части спектра (Фраунгоферова линія *A*) имѣетъ *395 билліоновъ колебаній въ секунду,* а волна, близкая къ фіолетовому концу спектра (Фраунгоферова линія H), имѣетъ 756 билліоновъ колебаній въ секунду. Конечно, человѣческое воображеніе не въ силахъ *представить* себѣ такой быстроты. Но что значитъ человѣческое воображеніе въ сравненіи съ творческимъ могуществомъ природы! А вѣдь есть еще инфракрасная и ультрафіолетовая части спектра,—слѣдовательно существуетъ быстрота колебаній эѳирныхъ волнъ какъ выше, такъ и ниже указанныхъ только что предѣловъ. Такія быстрыя колебанія дѣйствительно существуютъ, но они уже недоступны нашему зрѣнію, и существованіе лучей невидимыхъ частей спектра обнаруживается не глазомъ, а иными пріемами.

Цвѣтные лучи неодинаковой длины волны неодинаково и преломляются при прохожденіи изъ одной среды въ другую. Призма спектроскопа показываетъ, что наименѣе отклоняются отъ своего пути лучи большей длины и меньшей быстроты колебаній въ секунду (красные, оранжевые); лучи же наименьшей длины волны и наибольшей быстроты колебаній въ секунду отклоняются наиболѣе (голубые, фіолетовые). Такимъ образомъ каждому мѣсту спектра соотвѣтствуетъ своя совершенно опредѣленной длины волна съ совершенно опредѣленнымъ числомъ ея колебаній въ секунду.

Эти основныя положенія *волнообразной теоріи свѣта*, начала которой заложены голландцемъ Христіаномъ Гюйгенсомъ, необходимо запомнить для уясненія того, какъ посредствомъ наблюденій смѣщенія Фраунгоферовыхъ линій спектра свѣтила можно опредѣлить его движеніе.

Здѣсь астрономы пользуются принципомъ Допплера—Физо. Пояснимъ этотъ принципъ постоянно и всѣми приводимымъ примѣромъ.

Положимъ, вы стоите у полотна желѣзной дороги. Показывается мчащійся поѣздъ, который даетъ длительный свистокъ. Если у васъ есть слухъ, то вы убѣдитесь, что звукъ (тонъ) свистка, довольно низкій вначалѣ, дѣлается все выше и пронзительнѣе по мѣрѣ приближенія къ вамъ. Наибольшей высоты (не *силы*, что понятно, а *высоты*—замѣтьте себѣ это) этотъ тонъ достигаетъ, когда паровозъ поравняется съ вами; затѣмъ по мѣрѣ удаленія тонъ свистка опять понижается.

Свистокъ издаетъ все время одинъ и тотъ же звукъ. Почему же вамъ кажется, что высота звука мѣняется? Физика легко и доступно разъясняетъ вопросъ.

Звукъ происходитъ вслѣдствіе колебанія воздушныхъ волнъ. Чѣмъ длиннѣе волна, тѣмъ меньше ея колебаній совершается въ секунду времени и тѣмъ ниже (какъ говорятъ въ народѣ «гуще») бываетъ получаемый звукъ. Чѣмъ длина воздушной волны короче, тѣмъ выше («тоньше») будетъ получаемый звукъ. Такъ относится къ воспріятію звуковыхъ воздушныхъ волнъ наше ухо.

Паровозъ, дающій свистокъ, своимъ быстрымъ и непрерывнымъ приближеніемъ постепенно *укорачиваетъ* звуковыя волны, достигающія вашего слуха, и ваше ухо опредѣляетъ все болѣе и болѣе высокій тонъ. Удаляясь, паровозъ все *удлиняетъ* звуковыя волны, и ухо опредѣляетъ болѣе низкій тонъ.

Проведите теперь аналогію между звуковой и свѣтовой волной.

Пусть какая-либо звѣзда приближается съ огромной быстротой прямо къ намъ. Волны испускаемаго ею свѣта будутъ укорачиваться. Съ извѣстной приблизительностью можно сказать, что часть красныхъ лучей нашему зрѣнію представится, значитъ, поэтому оранжевыми, часть оранжевыхъ—желтыми и т. д.

Всѣ цвѣта спектра должны перемѣщаться къ фіолетовому концу спектра. Одновременно съ перемѣщеніемъ цвѣтовъ къ тому же концу спектра перемѣщаются и Фраунгоферовы линіи.

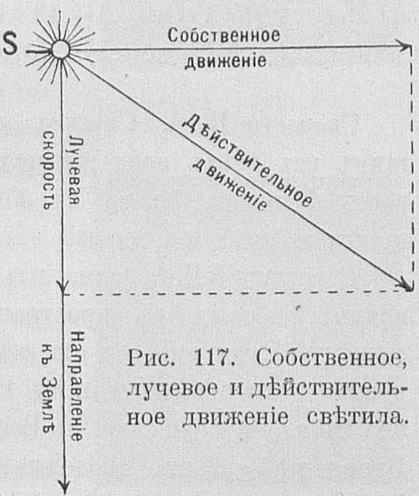


Рис. 117. Собственное, лучевое и дѣйствительное движеніе свѣтила.

При удаленіи звѣзды, наоборотъ, длины свѣтовыхъ волнъ увеличиваются, и мы должны наблюдать перемѣщеніе цвѣтовъ спектра и Фраунгоферовыхъ линій къ красному концу спектра.

Но всякая часть спектра въ спектроскопѣ всегда занимаетъ одно и то же неизмѣнное и постоянное положеніе. Какъ указано уже выше, каждое мѣсто спектра опредѣляется только длиной свѣтовой волны. А возникла ли эта волны вслѣдствіе тѣхъ или иныхъ обстоятельствъ—безразлично. Если, скажемъ, часть красныхъ лучей перешла въ оранжевые, часть оранжевыхъ въ желтые и т. д. То, въ свою очередь, часть невидимыхъ инфракрасныхъ лучей обратится въ видимые красные, и всѣ цвѣта спектра, какъ были, такъ и останутся на своихъ прежнихъ мѣстахъ. Вслѣдствіе же движенія источника свѣта *смѣстятся только Фраунгоферовы линіи спектра.*

Они смѣстятся ближе къ фіолетовому концу спектра, если свѣтило приближается къ намъ, и, наоборотъ, если свѣтило удаляется отъ насъ, то темныя линіи спектра смѣщаются къ его красному концу. Эти смѣщенія, конечно, крайне незначительны. Тѣмъ не менѣе наука обладаетъ достаточными средствами, чтобы ихъ измѣрить и учесть такимъ образомъ *лучевое* движеніе звѣзды, т. е. движеніе ея по лучу нашего зрѣнія—къ намъ или обратно. До введенія спектроскопа и спектрографа наука могла изъ наблюденій опредѣлять только движеніе перпендикулярное къ лучу зрѣнія, такъ называемое—*собственное движеніе* свѣтилъ.

Если извѣстно собственное движеніе свѣтила и его лучевое движеніе, то опредѣленіе его дѣйствительнаго движенія въ пространствѣ не представляетъ никакихъ затрудненій: дѣло сводится къ простому приложенію Пиѳагоровой теоремы.

Приведемъ примѣры скоростей собственныхъ, лучевыхъ и дѣйствительныхъ движеній нѣкоторыхъ звѣздъ. Знакъ + предъ лучевой скоростью означаетъ удаленіе, а знакъ — приближеніе звѣзды къ нашему Солнцу.

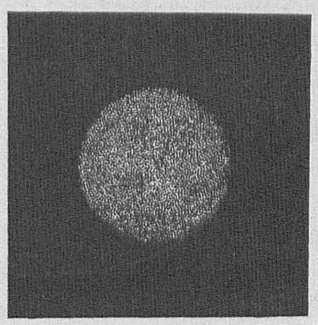
	Лучевое движ.	Собствен. движ.	Дѣйствит. движ.
Вега (α Lyrae)	— 81 кил. въ сек.	23 кил. въ сек.	84 клм. въ сек.
Сиріусъ (α Canis major.)	+ 75 » » »	22,5 » » »	78 » » »
61 Лебедя (61 Cygni) .	+ 43 » » »	60 » » »	74 » » »
Капелла (α Aurigae) .	+ 25 » » »	35 » » »	43 » » »

Скорости Веги, Сиріуса и 61 Лебедя принадлежатъ къ наибольшимъ изъ всѣхъ пока измѣренныхъ дѣйствительныхъ скоростей. Скорость Капеллы близка къ общей средней скорости всѣхъ наблюдавшихся звѣздъ, но все же выше ея приблизительно на 15 процентовъ.

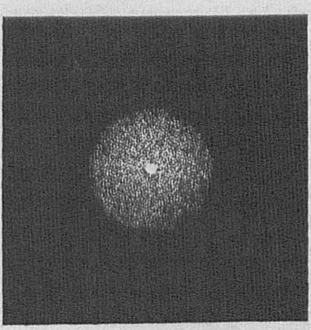
Блестящая Вега одна изъ красотъ нашего сѣвернаго неба, какъ видимъ, несется въ пространствѣ со скоростью 84 километровъ въ секунду. Разстояніе ея отъ насъ равно 20 свѣтовымъ годамъ. Отсюда можно вывести, что если бы Вега неслась прямо къ Солнцу, а послѣднее стояло неподвижно, то Вега долетѣла бы до Солнца въ 71 000 лѣтъ. Время не особенно продолжительное, если принять во вниманіе хотя бы лѣтосчисленіе современной геологіи (исторіи Земли). Это значитъ, что если бы на разстояніи 20 свѣтовыхъ годовъ Вега отстояла отъ Солнца примѣрно въ такъ называемый *ледниковый періодъ* Земли, то въ наши дни она, при указанныхъ условіяхъ, уже столкнулась бы съ Солнцемъ, и произошла бы одна изъ міровыхъ катастрофъ.

Поразительно велика скорость собственнаго движенія блестящаго Арктура (α Bootis). Ее исчисляютъ въ 450 километровъ въ секунду. Въ виду возможной неточности въ опредѣленіи его весьма малаго параллакса (см. выше, стр. 157 и слѣд.), эта скорость можетъ быть невѣрна на половину, но и то, всетаки, она остается огромной. Со времени «отца астрономіи», Гиппарха, Арктуръ пролетѣлъ, слѣдовательно, на видимой сферѣ небесной не менѣе, чѣмъ $1^{1}/_{4}$ градуса, т. е. около $2^{1}/_{2}$ поперечниковъ полной Луны.

Нѣтъ, слѣдовательно, неподвижныхъ звѣздъ въ прямомъ значеніи этого слова. Тѣ звѣзды, которыя мы называемъ «неподвижными», на самомъ дѣлѣ несутся въ безпредѣльности пространства съ огромными скоростями. Поэтому съ теченіемъ времени видъ нашего звѣзднаго неба долженъ мѣняться. Но для того чтобы замѣтить такія измѣненія необходимы десятки тысячъ лѣтъ. Рисунокъ 67-й на страницѣ 129 вверху показываетъ относительное расположеніе семи главныхъ звѣздъ Большой Медвѣдицы 50 000 лѣтъ тому назадъ. Посрединѣ дано положеніе этихъ звѣздъ въ настоящее время, а внизу изображено ихъ будущее расположеніе черезъ 50 000 лѣтъ послѣ насъ. Сохранится ли къ тому времени хотя одна изъ нашихъ книгъ, хоть одинъ памятникъ, гдѣ бы будущій человѣкъ на Землѣ прочелъ предсказанія современной науки?



Планетарная туманность въ созвѣздіи Рыбъ.



Планетарная туманность въ Большой Медвѣдицѣ.

Рис. 118. Типы планетарныхъ туманностей.

Но какъ ни интересны изслѣдованія отдѣльныхъ небесныхъ предметовъ, наука всегда стремится къ обобщеніямъ. Нѣтъ ли какого-либо *общаго* закона, объединяющаго и охватывающаго движенія *всѣхъ* звѣздъ, населяющихъ нашу видимую вселенную? Да, кажется, есть!

Предположеніе, что направленія собственныхъ движеній звѣздъ — случайны, что эти направленія распредѣлены во всевозможныя и *равно* возможныя стороны вселенной, не подтверждается наблюденіями. Еще Бессель указывалъ, что нѣкоторыя звѣздныя группы движутся въ одинаковомъ направленіи. Гэфлеръ показалъ, что 5 звѣздъ созвѣздія Большой Медвѣдицы связаны общимъ движеніемъ въ пространствѣ. Въ настоящее время Кобольдъ высказываетъ раздѣляемое многими заключеніе, что среди истинныхъ движеній звѣздъ въ пространствѣ существуютъ два главныхъ направленія; одно — параллельное движенію солнечной системы въ пространствѣ, другое прямо противоположное ему. Кромѣ того, въ отдѣльныхъ звѣздахъ замѣчается третье, перпендикулярное къ первымъ двумъ, направленіе.

Кобольдъ высказалъ также предположеніе, что ближайшія къ намъ солнца вселенной связаны общимъ движеніемъ, въ которомъ принимаетъ участіе и наша солнечная система. Это движеніе происходитъ въ плоскости Млечнаго Пути и направлено къ одной изъ его точекъ. Остальныя звѣзды также составляютъ отдѣльныя группы, движенія которыхъ происходятъ въ плоскостяхъ, параллельныхъ между собой и параллельныхъ плоскости Млечнаго Пути. Если считать Млечный Путь спиральнымъ скопищемъ звѣздъ, утвержденіе Кобольда открываетъ передъ нами величественную картину: грандіозное спиральное собраніе звѣздныхъ системъ охвачено общимъ движеніемъ отъ центра спирали къ ея краямъ, подобнымъ тому, которое фотографія открываетъ въ туманности Гончихъ Псовъ (Canes venatici, см. рис. 95). Отдѣльныя звѣздныя скопленія, какъ бы оторванныя отъ спирали, также, по мысли Кобольда, принимаютъ участіе въ общемъ движеніи.

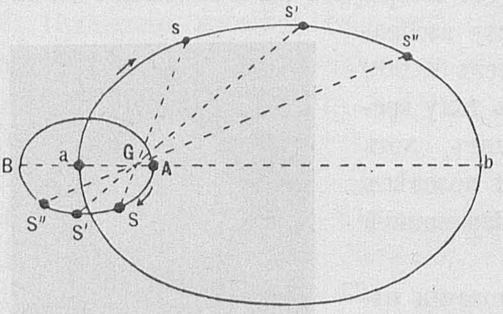


Рис. 119. Схематическое изображеніе движеній звѣздной пары. Движенія подчиняются законамъ Кеплера, т. е. и здѣсь имѣетъ мѣсто законъ всемірнаго тяготѣнія Ньютона. Звѣзды движутся по эллипсамъ около общаго центра тяжести. Эти эллипсы часто весьма растянуты, что, однако, можетъ быть иногда лишь слѣдствіемъ перспективы, если этотъ путь наблюдается сбоку. Рис. даетъ представленіе о движеніи такихъ двойныхъ звѣздъ: G—общій центръ тяжести, a и A—двѣ звѣзды, когда онѣ на наименьшемъ разстояніи другъ отъ друга. Въ данномъ случаѣ масса A въ три раза больше массы a, такъ какъ разстояніе aG взято втрое больше, чѣмъ AG. Оба тѣла затѣмъ движутся такимъ образомъ, что приходятъ одновременно въ s и S, въ s' и S', въ s'' и S'' и въ b и B (наибольшее разстояніе) и т. д.

Примѣнена спектрографія и къ области *астрономіи невидимаго*. Рѣчь идетъ о двойныхъ звѣздахъ, или, вѣрнѣе,—о системахъ двухъ или нѣсколькихъ звѣздъ, обращающихся вокругъ общаго центра тяжести. Множество изъ этихъ звѣздъ недоступны не только для глаза, но даже и въ телескопы значительной силы представляются въ видѣ одной звѣзды, благодаря или сравнительной близости звѣздъ самой системы, или громадному отдаленію отъ насъ. Только исполинскіе рефракторы новѣйшаго времени могли проникнуть въ тайну двойного строенія нѣкоторыхъ изъ звѣздъ, но само собой разумѣется, что остается наличность такихъ тѣсно слитыхъ системъ парныхъ звѣздъ и находящихся на такомъ огромномъ разстояніи, что «разложить» ихъ не по силамъ никакому рефрактору. Подобная «пара» всегда и всѣмъ должна представляться въ видѣ одинокой звѣзды. Но здѣсь на помощь наблюдателю приходитъ опять-таки спектръ свѣтила. Въ сущности, мы имѣемъ здѣсь дѣло уже не съ однимъ, а съ двумя спектрами, которые налегаютъ другъ на друга и сливаются вслѣдствіе близости звѣздъ пары. Но обѣ звѣзды парной системы движутся около общаго центра тяжести. Слѣдовательно, когда одна, наприм., приближается къ намъ, то другая удаляется, и наоборотъ. А разъ это такъ, то въ спектрахъ этихъ звѣздъ должно наблюдаться смѣщеніе темныхъ линій и притомъ въ разныя стороны. Если въ спектрѣ одной звѣзды смѣщеніе линій будетъ идти къ фіолетовому концу, то въ спектрѣ другой—къ красному. Черезъ половину обращенія звѣзды около звѣзды обратно — линіи перваго спектра сдвинутся къ красному концу, а линіи второго къ фіолетовому. Такимъ образомъ въ спектрѣ двойной звѣзды, состоящемъ собственно изъ двухъ налегающихъ другъ на друга и сливающихся спектровъ, мы должны замѣтить *двоеніе* спектральныхъ темныхъ (Фраунгоферовыхъ) линій, наблюдаемое черезъ извѣстные промежутки. По періодичности и размѣрамъ этого смѣщенія линій можно даже вычислить размѣры и скорость движенія звѣздъ системы, представляющейся намъ одинокою звѣздочкой!

Мы уже упоминали объ удивительномъ вѣчно мигающемъ «глазѣ демона», по арабскому выраженію,—о перемѣнной звѣздѣ Альголѣ въ созвѣздіи Персея, то еле мерцающей, то разгорающейся до яркости звѣзды 2-ой величины,—періодически и постоянно, при чемъ періодъ, обнимающій всѣ фазы измѣненія звѣзды, продолжается всего менѣе трехъ дней. Спектральное изслѣдованіе объяснило причину этого загадочнаго явленія, какъ и для многихъ другихъ звѣздъ. Альголь есть двойная звѣзда со сравнительно темнымъ спутникомъ, который то закрываетъ, то открываетъ намъ главную звѣзду. По наблюденіямъ смѣщенія линій въ спектрѣ звѣзды въ связи съ измѣненіями ея яркости были вычислены и размѣры системы Альголя. Вотъ они:

Діаметръ главной звѣзды.	1 700 000	километровъ.
» спутника	1 330 000	»
Разстояніе ихъ центровъ.	5 180 000	»
Скорость Альголя въ орбитѣ въ секунду.	42	»
Скорость спутника	89	»
Вся система удаляется отъ насъ со скоростью въ секунду.	4	»
Масса тѣлъ	$^{4}/_{9}$ и $^{2}/_{9}$	солнечной массы.

Періодъ обращенія около общаго центра тяжести 2 дня 23 часа. Этотъ періодъ вполнѣ совпадаетъ съ тѣмъ, который опредѣляется при помощи измѣреній перемѣнъ яркости звѣзды.

Такъ расширяетъ область нашего зрѣнія спектральный анализъ и даетъ возможность увѣренно судить и томъ, чтò или совсѣмъ невидимо, или могло быть видимымъ только въ телескопы съ силой увеличенія въ

5 000 разъ большей противъ существующихъ! Но когда и будетъ ли существовать подобный телескопъ?

Замѣтимъ здѣсь кстати, что къ числу двойныхъ принадлежитъ и наша Полярная Звѣзда. Она даже не двойная, а тройная звѣзда. Главная изъ нихъ 2-й величины и спутникъ ея 9-ой величины открыты въ 1779 г. В. Гершелемъ. Еще болѣе слабую третью звѣзду присоединилъ къ нимъ въ новѣйшее время Кэмпбелль. Блестящій Сиріусъ есть также двойная звѣзда. Время оборота его и спутника вокругъ общаго центра тяжести равно 49 годамъ. Спутникъ Сиріуса звѣзда 9—10 величины. Недалекій отъ Сиріуса Проціонъ (α Меньшаго Пса) тоже имѣетъ спутника—звѣзду 13-й величины, обращающагося вокругъ главной звѣзды приблизительно въ 40 лѣтъ.

Относительно Сиріуса и Проціона слѣдуетъ замѣтить, что еще во времена отсутствія спектрографіи двойственность ихъ была предугадана по наблюденіямъ ихъ движенія раньше, чѣмъ удалось разложить эти звѣзды телескопомъ.

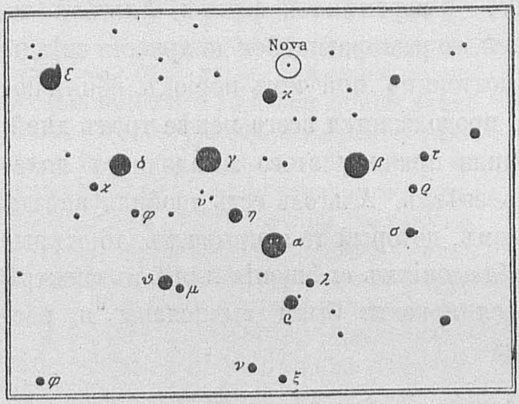


Рис. 120. Положеніе въ созвѣздіи Кассіопеи новой звѣзды Тихо 1572 г. (Мѣсто, гдѣ была звѣзда, означено кружочкомъ).

Впрочемъ, желающіе заняться болѣе подробнымъ изученіемъ двойныхъ и перемѣнныхъ звѣздъ разныхъ типовъ должны обратиться къ звѣзднымъ атласамъ и сочиненіямъ болѣе спеціальнымъ, чѣмъ настоящее. Укажемъ, въ частности, на сочиненія проф. С. П. Глазенапа («Друзьямъ и любителямъ астрономіи»), проф. Покровскаго («Путеводитель по небу») и «Звѣздный атласъ» Я. Мессера.

Если говорить о той могущественной роли, которую играетъ въ развитіи современной астрономіи спектральный анализъ, то нельзя обойти молчаніемъ, что онъ является пока чуть ли не единственнымъ средствомъ, дозволяющимъ наукѣ дѣлать основательныя заключенія о чудныхъ и таинственныхъ появленіяхъ на небѣ *новыхъ звѣздъ* (Novae—по-латыни). Они, оказывается, нерѣдки,—эти неожиданныя появленія новыхъ звѣздъ. Внезапно вспыхиваютъ онѣ, разгораются, свѣтятъ нѣкоторое время, но все болѣе и болѣе теряютъ свой блескъ и затѣмъ обыкновенно исчезаютъ совершенно. Откуда появляются онѣ, куда исчезаютъ? Наука склонна заключить по этому поводу, что, наблюдая подобныя явленія, мы присутствуемъ при грандіозныхъ міровыхъ катастрофахъ. Присутствуемъ, впрочемъ, свидѣтелями прошлаго,—иногда очень далекаго прошлаго. Кто знаетъ, сколько десятковъ, сотенъ, а можетъ, и тысячъ лѣтъ шелъ до насъ лучъ свѣта, чтобы извѣстить о чемъ-то необычайномъ и ужасающемъ для нашего сознанія, случившемся въ безднахъ вселенной.

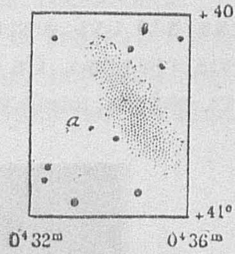


Рис. 121. Мѣсто Новой звѣзды 1885 г. въ туманности Андромеды.

Перечень извѣстныхъ европейской наукѣ новыхъ звѣздъ обыкновенно начинаютъ со «звѣзды Тихо», вспыхнувшей 9 ноября 1572 г. въ созвѣздіи Кассіопеи. Ее наблюдалъ съ 11 ноября и описалъ Тихо Браге, именемъ котораго, поэтому, она и названа. Быстро разгораясь, она превзошла яркостью всѣ звѣзды неба, такъ что ее можно было наблюдать даже въ полдень. Свой необыкновенный блескъ звѣзда Тихо сохранила нѣсколько недѣль, затѣмъ яркость ея стала падать, и четыре мѣсяца спустя послѣ появленія она убыла до яркости звѣзды первой величины. Въ то же время первоначально бѣлый цвѣтъ ея постепенно становился все болѣе краснымъ. Въ маѣ 1573 г. она была 2—3-й величины и нѣсколько бѣлѣе. Въ ноябрѣ она была едва видна, а съ марта 1574 г. ея больше не видѣли вовсе. Въ настоящее время на мѣстѣ, указанномъ Тихо Браге, видна только звѣздочка 11-й величины, быть можетъ, остатокъ нѣкогда столь блестящей звѣзды Тихо (См. рис. 120).

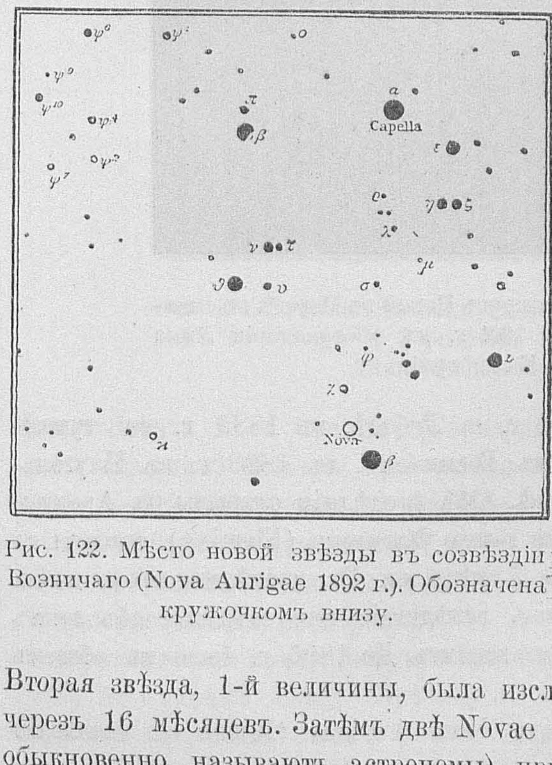


Рис. 122. Мѣсто новой звѣзды въ созвѣздіи Возничаго (Nova Aurigae 1892 г.). Обозначена кружочкомъ внизу.

Въ 1600 и 1604 годахъ появились двѣ новыя звѣзды. Первая изъ нихъ была 3-й величины; яркость ея колебалась нѣсколько разъ, то снова достигая этой величины, то убывая до невидимости; наконецъ, она остановилась на шестой величинѣ. Теперь звѣзда носитъ обозначеніе 34 или *P* Cygni. Вторая звѣзда, 1-й величины, была изслѣдована Кеплеромъ и исчезла черезъ 16 мѣсяцевъ. Затѣмъ двѣ Novae (*новыя*, по-латыни,—такъ ихъ обыкновенно называютъ астрономы) приходятся на 1612 и 1670 г., послѣ чего слѣдующая Nova была отмѣчена только въ 1848 г., когда *Гайндъ* (Hind) открылъ одну звѣзду 4,5-й величины, ослабѣвшую въ 1850 г. до 11-й величины.

Позднѣе было открыто нѣсколько новыхъ телескопическихъ звѣздъ: первая *Ауверсомъ* въ созвѣздіи Скорпіона въ 1860 г. Въ новѣйшее время для ихъ открытія стали прилагать самыя сильныя спектроскопическія средства. Съ этого времени отмѣчается относительно много новыхъ звѣздъ, наиболѣе замѣчательныя изъ которыхъ появились въ 1866 г. въ Сѣверномъ Вѣнцѣ, въ 1876 г. въ Лебедѣ, въ 1885 г. въ туманности Андромеды, въ 1892 г. въ Возничемъ, въ 1893 г. въ Наугольникѣ и въ 1895 г. въ Центаврѣ. Обѣ послѣднія открыты на Арекинской (въ Америкѣ) обсерваторіи г-жею Флемингъ (Fleming), которая съ 1895 г. увеличила число Novae 7 звѣздами. Въ послѣднее время почти каждый годъ открываются Novae, вслѣдствіе чего свѣдѣнія объ этихъ небесныхъ тѣлахъ нѣсколько пополнились. До 1895 г. было въ общемъ извѣстно только 14 Novae.

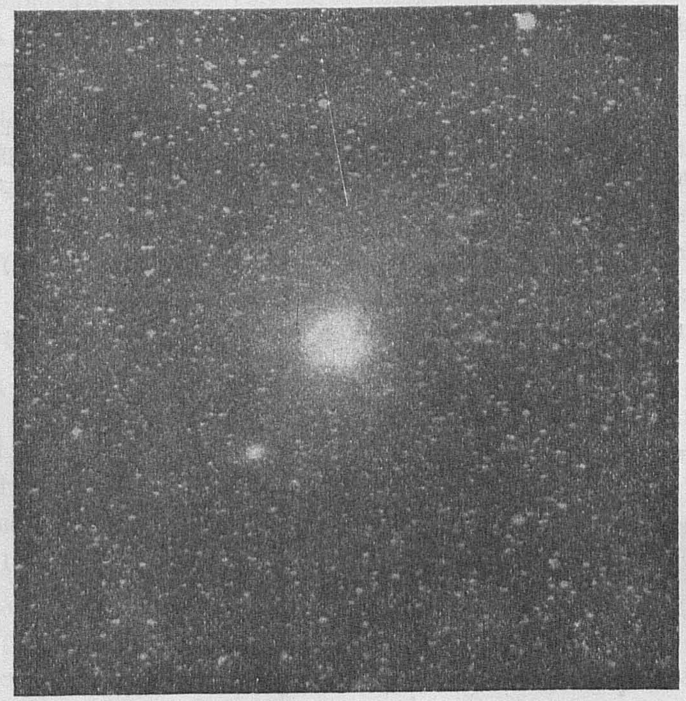


Рис. 123. Туманность вокругъ Новой въ Персеѣ по снимкамъ 8 и 11 декабря 1901 г. въ обсерваторіи Лика (въ Калифорніи).

Хорошо изучена новая звѣзда Nova Aurigae (Новая въ созвѣздіи Возничаго). Впервые ее увидѣли 23 января 1892 г.; но это было уже послѣ того, какъ она перешла максимумъ своей яркости, какъ показали предшествовавшія наблюденія Гарвардской обсерваторіи въ Кэмбриджѣ (Соед. Штаты С. Ам.). Въ началѣ года она испытала нѣсколько неправильныхъ колебаній блеска, въ концѣ апрѣля исчезла совершенно, а въ августѣ 1892 г. была снова открыта въ видѣ туманности.

Nova Normae, открытая 10 іюля 1893 г., будучи вначалѣ 7-й величины, ослабѣла къ февралю 1894 г. до 10-й величины и перешла, подобно своей предшественницѣ и Nova Cygni, въ гозообразную туманность.

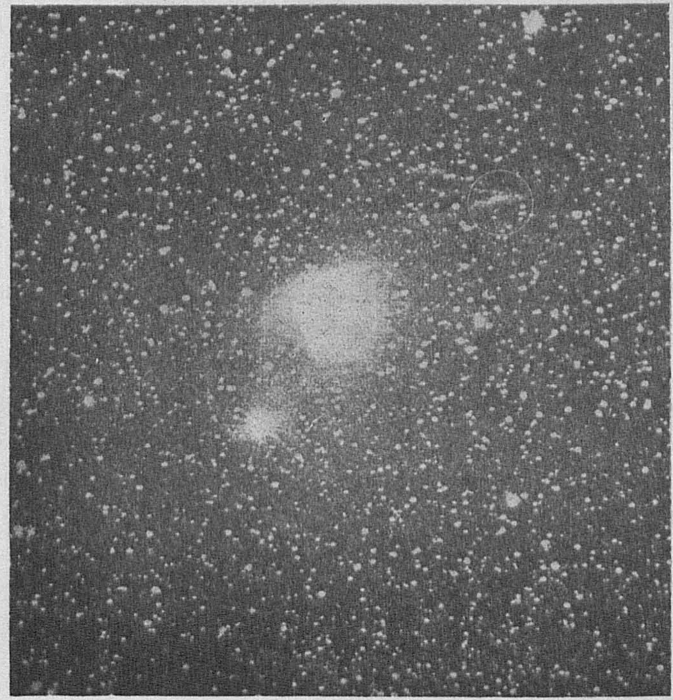


Рис. 124. Туманность вокругъ Новой въ Персеѣ по снимкамъ 31 января и 2 февраля 1902 г. въ обсерваторіи Лика (въ Калифорніи).

Новая Звѣзда Nova Centauri (Гарвардская звѣзда) 1895 давала все время сплошной спектръ. Она имѣла яркость: при открытіи 10 іюля 1895 г.—7,2-й величины, 19 декабря—11-й, въ 1896 г. (11 іюня) 14,4-й; 9 іюля—16; а съ начала 1897 г. ее вовсе нельзя было найти. Гёссей (Hussey) нашелъ ее (въ іюнѣ 1896 г.) окруженною туманностью съ совершенно инымъ спектромъ.

Сравнительно яркую новую звѣзду нашла г-жа Флемингъ въ мартѣ 1898, на границѣ между Стрѣльцомъ и Орломъ. При открытіи она была 5-й величины, годомъ позже только 10-й.

Но самой замѣчательной новой звѣздой со времени Тихо Браге надо

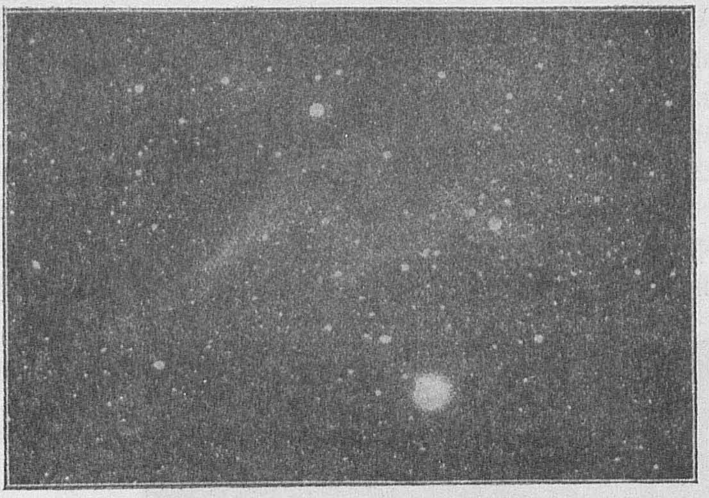


Рис. 125. Туманность въ созвѣздіи Персея по фотографіи М. Вольфа въ Гейдельбергѣ 15 октября 1904 г.

считать новую въ созвѣздіи Персея (Nova Persei), появившуюся въ ночь съ 21 на 22 февраля 1901 г. Первенство открытія этой звѣзды иные приписываютъ не спеціалисту-астроному, нашему соотечественнику г. Борисяку, бывшему тогда еще ученикомъ одной изъ кіевскихъ гимназій. Вотъ лучшее доказательство того, насколько обыкновенный «любитель», но дѣйствительно любящій и знающій небо, можетъ оказаться полезнымъ наукѣ даже при настоящемъ высокомъ состояніи спеціальныхъ астрономическихъ наблюденій.

Nova Persei была замѣчена, какъ звѣзда 2,7-й (почти 3-й) величины. Вначалѣ яркость ея быстро возрастала, такъ что 23 февраля она по яркости равнялась почти Сиріусу. Затѣмъ яркость стала убывать, но нѣсколько медленнѣе, пока наконецъ въ 1902 году не обратилась окончательно въ туманность, которую можно было наблюдать.

Одна изъ особенностей появленія Новыхъ звѣздъ состоитъ въ томъ, что большинство ихъ найдено въ Млечномъ Пути или около него и по преимуществу въ звѣздныхъ скопленіяхъ и туманностяхъ. Уже одно это, не считая другихъ соображеній, наводитъ на мысль, что вспышки новыхъ звѣздъ происходятъ отъ столкновенія двухъ несущихся другъ другу навстрѣчу тѣлъ или отъ столкновенія звѣзды съ туманностью. Благодаря такому столкновенію (см. рис. 126) иное

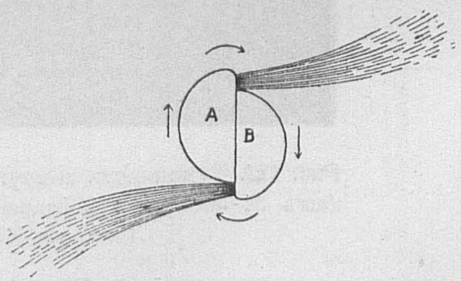


Рис. 126. Схематическое изображеніе послѣдствія столкновенія двухъ угасшихъ свѣтилъ A и B, которыя движутся относительно другъ друга по направленію прямыхъ стрѣлокъ. При столкновеніи получается быстрое вращеніе въ направленіи изогнутыхъ стрѣлокъ; и два мощныхъ фонтана вырываются наружу вслѣдствіе разложенія взрывчатыхъ веществъ, находившихся раньше внутри A и B и вынесенныхъ столкновеніемъ на поверхность.

старое, потухшее Солнце можетъ возродиться опять къ новой жизни и запастись на многіе милліоны лѣтъ источниками тепла и энергіи. А можетъ случиться и наоборотъ: цѣлая міровая система обращается въ туманность. Нѣчто подобное, повидимому, случилось съ Nova Persei (Новой въ созвѣздіи Персея).

Впрочемъ, относительно туманности, оказавшейся на мѣстѣ Новой

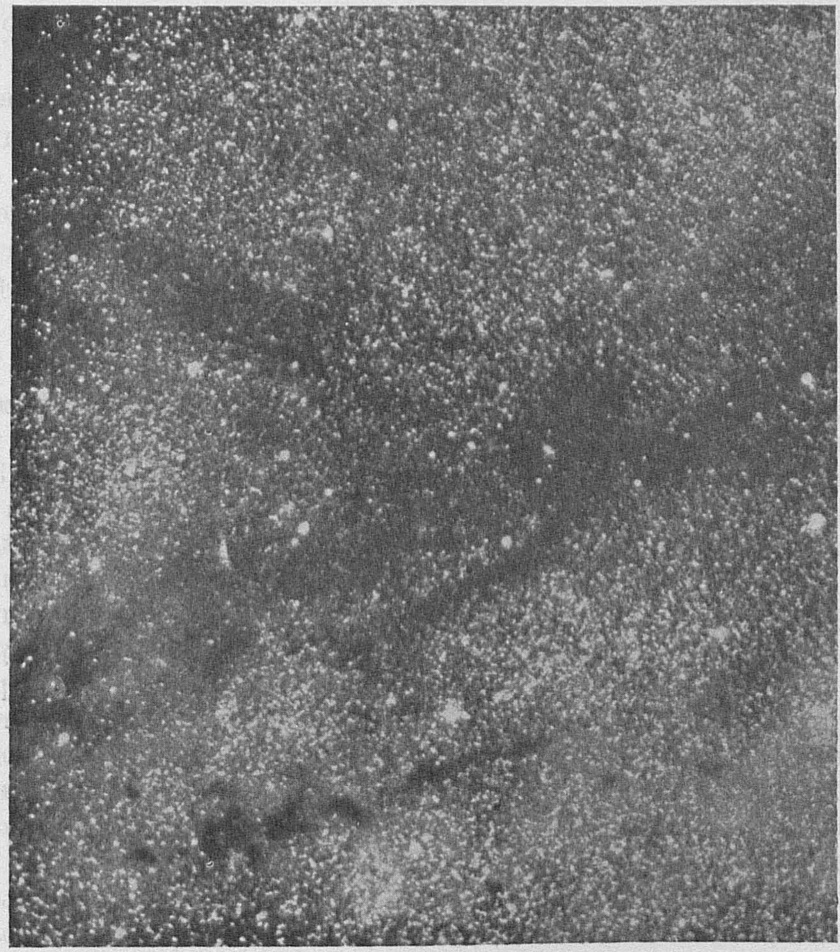


Рис. 127. «Пустоты» неба въ созвѣздіи Тельца.
Фотографія Барнарда на обсерваторіи Іеркса, 9 января 1907 года.

въ Персеѣ существуетъ и другое весьма интересное и заслуживающее серьезнаго вниманія мнѣніе. Иные считаютъ эту туманность не новой, образовавшейся изъ разложенія столкнувшихся свѣтилъ, а наобротъ давно уже существующей въ этой части неба огромной, но *темной* и невидимой туманностью, которая стала доступной нашимъ телескопамъ, когда, грубо говоря, вспыхнувшая въ области этой туманности звѣзда разбросала въ ней искры своего свѣта.

Въ науку всѣ болѣе и болѣе проникаетъ мнѣніе, что помимо газообразныхъ туманностей, состоящихъ изъ свѣтящагося вещества, во вселенной находятся и, быть можетъ, въ огромномъ количествѣ облака какой-то темной, недоступной телескопическому наблюденію матеріи. Прежде считали такія темныя и лишенныя звѣздъ пространства неба дѣйствительно пустотами, чѣмъ-то въ родѣ темныхъ «дыръ» и «щелей» среди звѣздъ. В. Гершель подобнымъ темнымъ, вѣрнѣе—чернымъ, мѣстамъ неба далъ даже картинное названіе «угольныхъ мѣшковъ». Но фотографическое и фотометрическое изученіе неба приводитъ многихъ серьезныхъ изслѣдователей вселенной къ выводу, что «угольнымъ мѣшкомъ», если не во всѣхъ, то въ весьма многихъ случаяхъ, слѣдуетъ давать иное объясненіе.

Вотъ что говоритъ по этому поводу извѣстный американскій астрономъ Barnard, въ «Извѣстіяхъ Русскаго Астрономическаго Общества» въ 1909 г. (Январь), въ статьѣ «Туманная область въ созвѣздіи Тельца». Фотографія этой области дана на рис. 127.

Давно я уже обращалъ вниманіе астрономовъ на связь, существующую между туманностями и нѣсколькими областями на небѣ, лишенными звѣздъ. Самый поразительный примѣръ этого рода представляетъ большая туманность ρ Офіуха (Змѣеносца. См. рис. 128). Странно то, что эти пустоты, которыя намъ кажутся какъ бы пустынями на небѣ, бываютъ въ дѣйствительности часто, особенно по сосѣдствѣ съ ο и ρ Офіуха, заполнены свѣтовой завѣсой, пронизанной черными отверстіями.

Иногда высказывали предположеніе, что темныя дороги, внѣдряющіяся глубоко въ Млечный Путь, не только лишены звѣздъ, но онѣ еще темнѣе, чѣмъ окружающее небо. По мнѣнію нѣкоторыхъ изслѣдователей, здѣсь дѣло только въ контрастѣ, который исчезъ бы, если только пропали звѣзды, окамляющія эти дороги. Это можетъ быть правильно въ нѣкоторыхъ случаяхъ, но въ другихъ представляющіяся намъ картины заставляютъ думать, что эти пропасти имѣютъ иное происхожденіе, что онѣ образуются туманнымъ веществомъ и что даже если бы звѣзды и пропали, то эти дороги тѣмъ не менѣе существовали бы.

Впрочемъ, особенно важно опредѣлить точную природу этихъ пустыхъ пространствъ, именно: обязаны ли они своимъ происхожденіемъ рѣдкости расположенія звѣздъ кругомъ нихъ или открываютъ они намъ существованіе туманнаго темнаго подслоя въ опредѣленныхъ областяхъ вселенной.

Нѣкоторыя изъ моихъ первыхъ фотографій, снятыхъ къ Сѣверу и Востоку отъ Плеядъ, указываютъ на существованіе пустынныхъ аллей, выходящихъ далеко на востокъ отъ извѣстной главной группы. До зимы 1906 г. мнѣ не представлялось удобнаго случая для продолженія этихъ фотографическихъ изысканій.

Въ началѣ января 1907 г. мнѣ удалось получить нѣсколько интересныхъ пластинокъ изъ упомянутой области. Результатъ получился поразительный и, мнѣ думается, значительной важности, такъ какъ пластинки обнаруживаютъ внѣ всякаго сомнѣнія, что эти таинственныя области далеко не такъ пусты, какъ онѣ кажутся, что онѣ заполнены темнымъ веществомъ, туманностью или чѣмъ нибудь другимъ, которое распространяется даже между звѣздами.

Угасаніе туманностей, съ тѣхъ поръ какъ признано, что эти небесныя сгущенія газообразной матеріи не всегда служатъ источникомъ образованія солнечныхъ системъ, кажется такъ же вѣрно, какъ угасаніе звѣздъ. Остается узнать, въ какихъ условіяхъ находились бы туманности, не испускающія больше свѣта. Но, такъ какъ этотъ свѣтъ, по всей вѣроятности, не является продуктомъ теплоты и горѣнія согласно общепринятому пониманію этихъ словъ, казалось бы вѣроятнымъ, что послѣ своего угасанія туманность можетъ сдѣлаться темной и невидимой на небесномъ фонѣ, пока ея присутствіе не обнаружится вновь поглощеніемъ свѣта звѣздъ, находящихся далеко за нею.

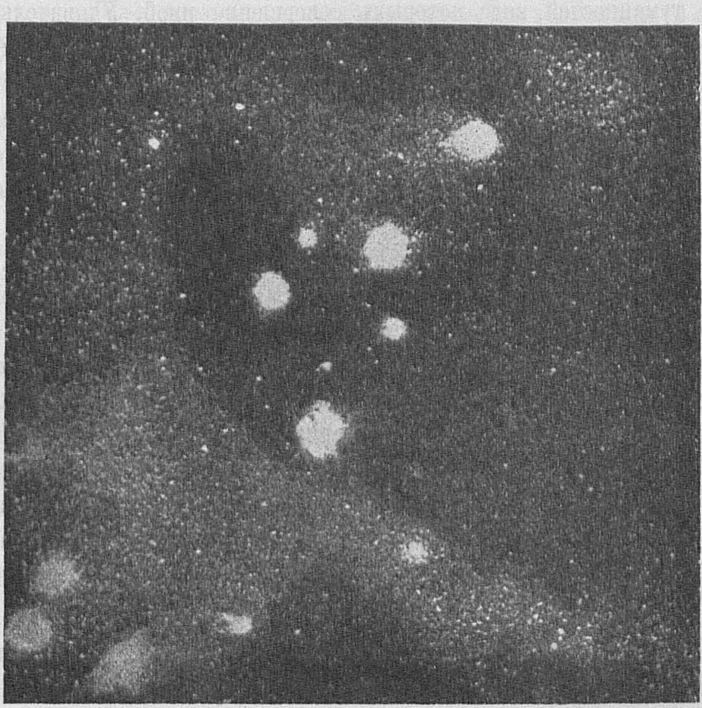


Рис. 128. Туманность въ созвѣздіи Змѣеносца возлѣ звѣзды «Ро» (ρ). Въ туманности есть нѣсколько темныхъ мѣстъ и «дорога» около болѣе крупныхъ звѣздъ.

По фотографіи Барнарда (Ликская обсерваторія).

Мы привыкли считать туманности прозрачными тѣлами такъ же, какъ и кометы, но наблюденія не подтверждаютъ этого мнѣнія, такъ какъ мы вообще не знаемъ, находятся ли туманности по сю сторону звѣздъ. Дѣйствительно, извѣстно нѣсколько случаевъ, когда звѣзды кажутся окутанными дымкою и наблюдаются какъ бы сквозь болѣе или менѣе значительную туманную вуаль. И ничто не доказываетъ, что свѣтъ звѣзды, находящейся въ подобныхъ условіяхъ, не ослабленъ вліяніемъ свѣта туманности, и что звѣзда съ болѣе слабымъ блескомъ могла бы быть видима въ подобныхъ условіяхъ.

Гипотеза о поглощеніи звѣздъ погасшей туманностью или другой поглощающей матеріей была предложена нѣкоторыми астрономами для объясненія темныхъ пространствъ, лишенныхъ звѣздъ. Хотя это объясненіе не удовлетворяетъ меня вполнѣ,— существованіе подобныхъ пространствъ можетъ быть объяснено просто отсутствіемъ звѣздъ,—но оно, кажется, подтверждается результатами, добытыми фотографіей. Непосредственныя окрестности большой туманности Змѣеносца даютъ намъ замѣчательный примѣръ среды явно поглощающей на наружныхъ и темныхъ границахъ туманности.

Судя по ихъ виду, я думаю, что вообще туманности прозрачны, исключая планетарныхъ туманностей, видъ которыхъ совершенно иной. Удивительная туманность, которая кажется какъ бы прицѣпленной къ звѣздѣ ν Скорпіона, даетъ живое впечатлѣніе потока звѣзднаго свѣта, который будто льется въ этомъ направленіи. Внутри туманности заключено, повидимому, немного звѣздъ, можно предполагать, что болѣе слабыя совершенно задернуты туманностью, а наиболѣе яркія въ сильной степени ослаблены. Если это не иллюзія, то туманность находится между нами и группой слабыхъ звѣздъ.

Связь, существующая между туманностями и небесными пустотами, то замѣчательное явленіе, что наружные слои туманности точно сливаются съ темнотою неба, какъ будто эта темнота нѣчто реально ощущаемое, всѣ эти такъ мало извѣстныя особенности помогутъ намъ когда-нибудь открыть настоящее строеніе вселенной. Съ этой цѣлью, было бы въ высшей степени полезно разыскать всѣ эти области, точно установить ихъ положеніе и снять при помощи фотографіи съ долгой экспозиціей. Вотъ это я и попробовалъ сдѣлать въ теченіе послѣднихъ лѣтъ и такимъ образомъ добылъ интересные результаты относительно замѣчательныхъ областей Плеядъ, Офіуха и Скорпіона, въ которыхъ упомянутыя явленія особенно поразительны. Съ этой же цѣлью я получилъ фотографическій снимокъ, воспроизведенный здѣсь (См. рис. 127).

Эта область неба дѣйствительно фантастична. Черныя и узкія тропинки, которыя бороздятъ ее, указываютъ на существованіе темныхъ полосъ на небѣ, независимо отъ звѣздъ. Рядомъ съ этими темными полосками фотографія обнаруживаетъ большую туманность, повидимому, совершенно лишенную звѣздъ, отъ которой идутъ къ юго-востоку темныя полосы, охватывающія пространство въ нѣсколько градусовъ. Изъ снимковъ кажется, что наиболѣе блестящая область туманности представляетъ только маленькую часть этого космическаго образвоанія и что еле свѣтящаяся туманность простирается на большую часть пустого пространства. Это предположеніе, быть можетъ, будетъ подтверждено болѣе долгой фотографической выдержкой. Наиболѣе слабыя части туманности даютъ поводъ думать, что тамъ существуетъ обширная туманность, большая часть которой мертва или потухла, а впечатлѣніе пустоты есть результатъ поглощенія свѣта наиболѣе близкихъ звѣздъ, такъ что видимыя около нея звѣзды расположены съ этой стороны туманной массы. Я предлагаю это объясненіе какъ простую гипотезу, а не какъ нѣчто реальное.

На клише, полученномъ при помощи трубы въ 6 дюймовъ (0^m15), виденъ въ наиболѣе блестящей области туманности совершенно круглый дискъ, немного болѣе яркій, чѣмъ окрестности, производящій впечатлѣніе планетарной туманности значительной величины, заключенной въ общую массу. Хотя это ясно видно, но я сомнѣваюсь пока въ реальности явленія и подожду большого числа фотографическихъ снимковъ. Пластинки, полученныя при помощи объектива въ 6 дюймовъ отверстія, даютъ слишкомъ маленькій масштабъ для этой провѣрки.

Мнѣ было нѣсколько трудно примириться съ мыслью, что какое-нибудь темное образованіе могло быть причиной этихъ пустотъ, хотя фактъ казался очевиднымъ. Есть части этой видимой пустоты, которыя несомнѣнно болѣе темны, чѣмъ окружающія области самаго неба. Тутъ не можетъ быть рѣчи о контрастахъ, такъ какъ темная полоса, идущая черезъ эту пустоту, обнаруживаетъ развѣтвленія тоже болѣе темныя, чѣмъ небо, на которомъ они вырисовываются. Эта темная дорога круто обрывается на AR — 4^h 15^m; D=+26°,0 [1]).

Но небо не представляетъ никакихъ аномалій въ этомъ мѣстѣ, его видъ такой же, какъ и въ другихъ мѣстахъ, изобилующихъ звѣздами, и цвѣтъ его несомнѣнно болѣе яркій, чѣмъ самой дороги. Дорога вновь появляется въ разстояніи около полугра-

---

[1]) Буквами *AR* обозначаютъ *прямое восхожденіе* (Accensio Recta — по-латыни), а буквой *D*—*склоненіе* (Declinatio—по-латыни) свѣтила. Склоненіе и прямое восхожденіе носятъ названіе *координатъ*, и ими вполнѣ опредѣляется положеніе свѣтила на видимой сферѣ небесной. Читатель, усвоившій все, что сказано о небесныхъ полюсахъ, экваторѣ, эклиптикѣ и меридіанѣ въ первыхъ главахъ настоящей книги, легко разберется въ этой системѣ координатъ при помощи нижеслѣдующихъ поясненій:

На видимой сферѣ небесной возьмемъ какую-нибудь звѣзду. Чрезъ оба полюса міра и эту звѣзду проведемъ кругъ. Кругъ этотъ, очевидно, пересѣчетъ небесный экваторъ въ нѣкоторой точкѣ. Тогда разстояніе отъ экватора до звѣзды, считаемое по приведенному нами кругу (кругу склоненія свѣтила) и есть то, что называютъ *склоненіемъ* свѣтила. Склоненіе считаютъ отъ небеснаго экватора къ сѣверу и къ югу отъ 0 до 90 градусовъ, а потому различаютъ склоненіе сѣверное, или положительное (означаютъ $+D$), и склоненіе южное, или отрицательное (означаютъ $-D$). Рис. 129 поясняетъ сказанное; въ немъ P и P′ суть сѣверный и южный полюсы міра. EQ — экваторъ. Возьмемъ на видимой сферѣ небесной звѣзду M и проведемъ кругъ PMM_1P_1; тогда дуга M_1M, отсчитываемая отъ экватора, и есть *склоненіе* свѣтила M. Такъ какъ точка P у насъ принята за сѣверный полюсъ, то M_1M есть, очевидно, сѣверное склоненіе ($+D$). Дуга большого круга M_1M, или что то же склоненіе свѣтила, очевидно, соотвѣтствуетъ углу наклоненія луча зрѣнія CM къ плоскости экватора, и измѣривъ этотъ уголъ, мы узнаемъ, слѣдовательно, склоненіе свѣтила.

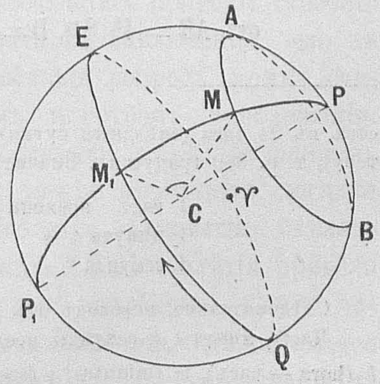


Рис. 129.

Возьмемъ, теперь, на экваторѣ *точку весенняго равноденствія*, ♈ (см. рис. 129) и будемъ отсчитывать градусы, минуты и секунды дуги экватора, начиная отъ этой точки, по направленію отъ запада черезъ югъ къ востоку, пока не дойдемъ до круга склоненія даннаго свѣтила (см. рис. 129). Получимъ дугу экватора ♈ EM_1, которая и есть 2-я координата свѣтила—*прямое восхожденіе* (AR), считаемое отъ 0 до 360 градусовъ.

Но вмѣсто градусовъ прямыя восхожденія обыкновенно выражаются *во времени*, т. е. въ часахъ, минутахъ и секундахъ времени. Каждая точка небосвода кромѣ полюдуса отъ этой точки и продолжается, извиваясь. Эти подробности чрезвычайно ясны на фотографіи, онѣ проливаютъ свѣтъ на замѣчѣтельныя системы темныхъ впадинъ небеснаго пространства. Сфотографированная область лежитъ въ границахъ

$$AR = 4^h\ 0^m \text{ до } 4^h\ 34^m \text{ и } D = +24^\circ \text{ до } +28^\circ,5.$$

Существуетъ другая пропасть не менѣе обширная, чѣмъ упомянутая, содержащая большую туманность при

$$AR = 4^h\ 31^m;\ D = +25^\circ,7.$$

Она представляетъ многочисленныя темныя впадины, а также имѣетъ маленькую туманность, которую можно считать только болѣе блестящимъ ядромъ громадной темной туманности, всецѣло или частично занимающей эту пустоту. Положеніе этой маленькой туманности

$$AR = 4^h\ 31^m;\ D = +25^\circ,25.$$

Наиболѣе интересная изъ темныхъ дорогъ въ этой области та, которая извивается съ востока на западъ

$$\text{отъ } AR = 4^h\ 0^m,\ D = +24^\circ,5 \text{ до } AR = 4^h\ 26^m,\ D = +24^\circ.$$

Она находится совсѣмъ внизу фотографіи и ясно очерчена. Она развертывается въ длинную черную ленту

$$\text{отъ } AR = 4^h\ 8^m,\ D = +25^\circ, \text{ до } AR = 4^h\ 16^m,\ D = +24^\circ,5.$$

совъ въ 24 часа (звѣздныя сутки) проходитъ полную окружность (параллельную экватору), т. е. 360 градусовъ. Значитъ:

1 часъ времени соотвѣтствуетъ 15 градусамъ дуги.
1 минута » » 15 минутамъ »
1 секунда » » 15 секундамъ »

Слѣдовательно, переходъ отъ дуги къ времени и обратно сдѣлать нетрудно.

Часы, минуты и секунды времени обозначаютъ обыкновенно латинскими буквами *h* (*hora* — часъ), *m* (*minuta*), *s* (*secunda*); такъ, напр. $6^h\,21^m\,8^s,5 = 6$ часовъ 21 минута 8,5 секунды.

Градусы, минуты и секунды дуги, какъ знаемъ, обозначится соотвѣтственно черезъ (°), (′), (″).

Разъ даны склоненіе и прямое восхожденіе свѣтила, то его положеніе на небосводѣ вполнѣ опредѣляется. Такъ какъ, кромѣ того, точка весенняго равноденствія участвуетъ въ видимомъ суточномъ движеніи небеснаго свода, а всѣ неподвижныя звѣзды въ силу того же движенія описываютъ въ сутки круги, параллельные экватору, то для звѣзды ни склоненіе, ни прямое восхожденіе въ теченіе сутокъ не измѣняются. Слѣдовательно, *разсматриваемая нами система координатъ не зависитъ отъ суточнаго движенія свода небеснаго.*

Вмѣсто латинскихъ обозначеній, D (склоненіе сѣверное или южное) и AR (прямое восхожденіе), употребляются также соотвѣтственно греческія буквы δ и α.

Особенно она замѣтна въ своей восточной оконечности, гдѣ вдругъ рѣзко останавливается и исчезаетъ на пространствѣ приблизительно въ полъ-градуса. Затѣмъ она вновь появляется, раздѣлившись на части, проникаетъ въ область очень скудную звѣздами, гдѣ образуетъ серію черныхъ точекъ. Въ мѣстѣ пресѣченія этой замѣчательной линіи видно, что она безусловно темнѣе фона неба.

Слѣдовательно, темныя полосы и темныя впадины могли бы существовать и оставаться видимыми даже тогда, если бы всѣ звѣзды исчезли. Это заставляетъ предполагать о существованіи мало извѣстной субстанціи, которая простиралась бы вездѣ въ этой области неба и была бы пересѣчена полосами и испещрена впадинами.

Тутъ невольно возникаетъ вопросъ, какова природа этой субстанціи. Образуется ли она изъ вещества туманностей или какого либо другого?

Я нахожу труднымъ при современномъ состояніи нашихъ знаній о строеніи вселенной объяснить это явленіе. Все то, что я только что описалъ, находится въ темной области неба, сосѣдней съ ϑ и ρ Офіуха (Змѣеносца).

Темныя полосы безъ звѣздъ составляютъ одинъ изъ феноменовъ наиболѣе удивительныхъ, находящихся въ связи съ черными впадинами, заполненными туманностями, отъ которыхъ онѣ расходятся, чтобы на большихъ разстояніяхъ совершенно исчезнуть.

Эти полосы, вѣроятно, имѣютъ какое-нибудь отношеніе къ образованію тѣхъ пропастей, а также находятся въ связи туманностями, которыя тамъ наблюдаются.

Заканчивая настоящій бѣглый очеркъ, касающійся природы строенія и размѣровъ вселенной, мы должны придти къ заключенію, что къ началу настоящаго XX-го столѣтія этотъ великій вопросъ можно считать рѣшеннымъ только въ самомъ первомъ и грубомъ приближеніи. Изслѣдованія по поводу этой задачи, относящіяся къ болѣе раннему времени, представляютъ только болѣе или менѣе вѣроятныя догадки объ истинномъ характерѣ строенія звѣзднаго міра. Открытія, сдѣланныя со временъ Коперника, только къ концу XVIII столѣтія привели къ созданію Канто-Лапласовской гипотезы (см. послѣднюю главу настоящей книги) и «Космологическихъ писемъ» Ламберта, гдѣ излагается ученіе о Вселенной, какъ гигантскомъ скопленіи солнечныхъ системъ, обладающихъ собственнымъ движеніемъ въ пространствѣ. Грандіозныя работы В. Гершеля были первымъ опытомъ изслѣдованія мірозданія, основаннаго на данныхъ наблюденій. Гершель доказалъ, что Солнце имѣетъ движеніе въ пространствѣ, и пытался опредѣлить направленіе (апексъ) этого движенія. Ему же принадлежитъ открытіе того значенія, какое имѣетъ Млечный Путь въ мірозданіи. Спектральный анализъ создалъ новую эпоху въ изслѣдованіи вселенной. Гершель могъ мечтать только объ изученіи распредѣленія звѣздъ въ пространствѣ и опредѣленіи ихъ собственныхъ движеній, но къ концу XIX столѣтія оказалось возможнымъ изслѣдовать самое строеніе небесныхъ тѣлъ. И задача изученія строенія вселенной разбилась на три вопроса: какъ распредѣлены въ пространствѣ небесныя тѣла, каковы ихъ истинныя движенія и каковъ ихъ химическій составъ, массы, плотности и т. д.

Насколько могли, мы постарались возможно доступно и понятно разсказать, какъ отвѣчаетъ на главнѣйшія изъ этихъ вопросовъ современная наука. Если чтеніе этихъ главъ побудитъ кого-либо къ болѣе основательному знакомству съ предметомъ, мы сочтемъ себя удовлетворенными.

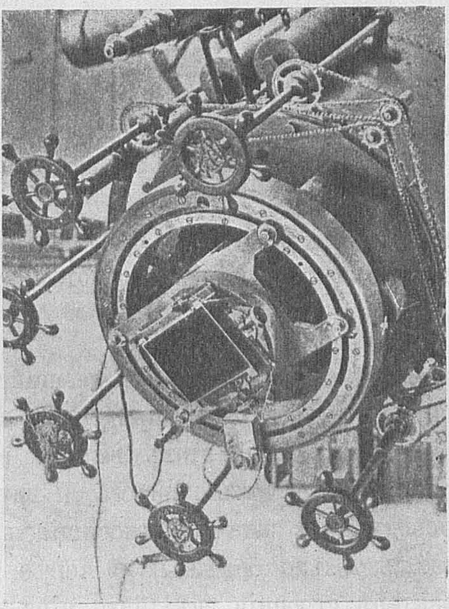


Рис. 130. Фотографическая кассета при 40-дюймовомъ рефракторѣ въ Іеркской обсерваторіи въ Чикаго.

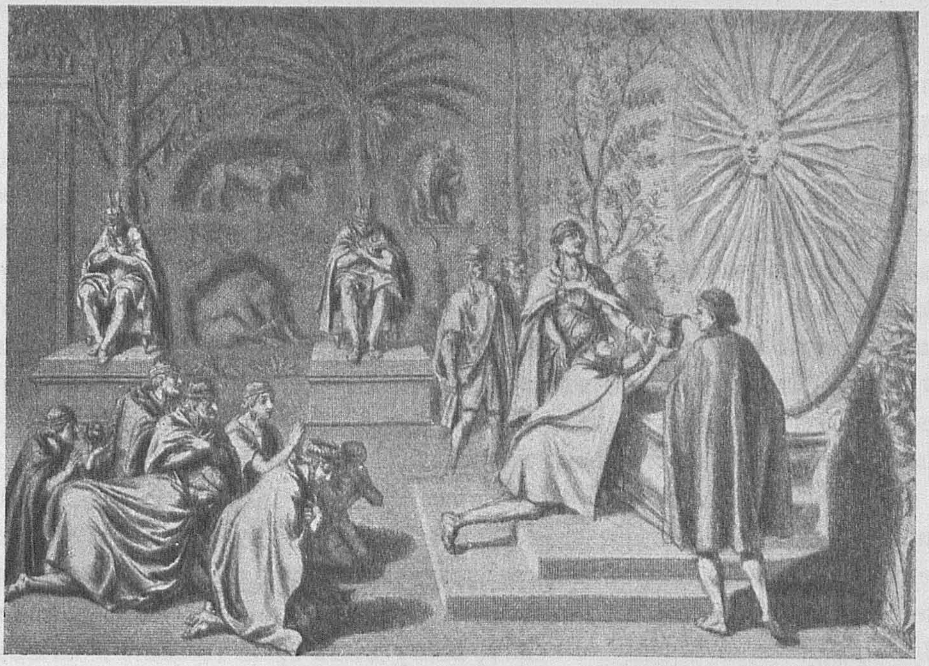


Рис. 131. Жертвоприношеніе Солнцу у древнихъ инковъ въ Америкѣ. Изъ сочиненія Бернара Пикара «Cérémonies et coutumes des peuples idolâtres», 1723.

Солнце и его система.

ГЛАВА ПЯТАЯ.

Значеніе Солнца въ жизни Земли. — Предѣлы солнечной системы. — Открытіе Нептуна. — Видимые размѣры Солнца. — Разстояніе его отъ Земли. — Солнечный параллаксъ. — Истинные размѣры Солнца. — Объемъ, масса и плотность Солнца. — Температура Солнца и солнечная постоянная. — Солнце, какъ источникъ тепла и энергіи. — Общія понятія объ энергіи и работѣ. — Нѣкоторыя историческія справки. — Законъ сохраненія энергіи. — Предположенія объ источникахъ солнечной энергіи. — Свѣтовыя и химическія воздѣйствія Солнца. — Фотосфера, факелы, флоккулы и пятна. — Вращеніе Солнца около оси. — Атмосфера Солнца: обращающій слой, хромосфера, протуберанцы, корона. — Двѣ минуты 42 секунды. — Солнечныя затменія. — Солнечное ядро и общія замѣчанія о строеніи Солнца. — Періодичность солнечныхъ явленій.

«Блаженное Солнце, сіяй надъ нами!

«Ни одно изъ прежнихъ солнцъ не было прекраснѣе тебя! Дай намъ храбрыхъ друзей, счастье, добрую семью и богатство!...»

Такъ восторженно и благоговѣйно идолопоклонники, вѣрившіе въ ежедневное рожденіе Солнца, привѣтствовали его восходъ. Солнце они считали всесильнымъ богомъ, способнымъ дать все нужное для человѣческаго счастья. Едва ли мы будемъ далеки отъ истины, если скажемъ, что этотъ наивный, младенческій взглядъ первобытнаго человѣка по существу не особенно отличается отъ послѣднихъ выводовъ науки, отъ современныхъ взглядовъ на роль и значеніе Солнца для нашей Земли, для всей семьи окружающихъ его планетъ. «Богомъ», конечно, мы его не считаемъ, но все, что движется, живетъ и растетъ на Землѣ, обязано своимъ происхожденіемъ и жизнью Солнцу—и только ему одному. Солнце, или, вѣрнѣе, тепловые, свѣтовые и химическіе лучи его вызываютъ ростъ растеній и животныхъ. Они отложили въ нѣдрахъ Земли огромные запасы топлива въ видѣ каменнаго угля, а также многочисленные запасы разныхъ химическихъ веществъ. Только благодаря Солнцу мы имѣемъ воду въ жидкомъ и парообразномъ состояніи; наблюдаемъ и пользуемся круговымъ процессомъ этой воды въ природѣ. Солнце вызываетъ освѣжающій лѣтній зной вѣтерокъ, обращаетъ вѣтерокъ въ вѣтеръ, надувающій парусъ моряка, движущій крылья мельницы, но оно же служитъ причиной грознаго, все сметающаго съ пути урагана. Все животворитъ Солнце на Землѣ, всему даетъ существованіе и начало. И если возможно допустить существованіе жизни, подобной нашей, на нѣкоторыхъ изъ планетъ, то, вѣроятно, и тамъ эта жизнь всецѣло зависитъ отъ Солнца, отъ его благодатнаго свѣта и тепла.

Но не только жизнью на планетахъ управляетъ Солнце. Силой могущественнаго притяженія оно управляетъ и самими планетами. Стоя въ фокусѣ всѣхъ эллиптическихъ путей, описываемыхъ около него планетами, оно вноситъ гармонію и распорядокъ въ движеніе несущихся вокругъ него тѣлъ, и ни одно изъ нихъ не выпускаетъ изъ своей мощной власти, наоборотъ,—часто привлекаетъ и включаетъ въ свою систему встрѣчную, приблизившуюся къ нему изъ безконечности загадочную комету, заставляетъ эту несущуюся безъ всякой видимой цѣли вѣчную странницу дѣлаться членомъ своей планетной семьи и увлекаетъ ее за собой впередъ и впередъ въ своемъ неустанномъ стремленіи къ неизвѣстной намъ цѣли, въ неизвѣданную безконечность!

«Блаженное Солнце, сіяй надъ нами!»

Для перваго знакомства съ этимъ великимъ и божественнымъ свѣтиломъ попробуемъ прежде всего окинуть взглядомъ тѣ предѣлы, тотъ уголокъ вселенной, гдѣ Солнце является единымъ, безраздѣльнымъ и полновластнымъ хозяиномъ. Каковы извѣстныя намъ границы солнечной системы?

Съ опредѣленіемъ этихъ границъ связано одно изъ тѣхъ величайшихъ научныхъ открытій, которымъ всегда будетъ гордиться астрономія, такъ какъ открытіе это свидѣтельствуетъ о справедливости ея основныхъ положеній и о глубокомъ проникновеніи человѣческаго ума въ механику вселенной. Дѣло въ томъ, что открытіе планеты, опредѣляющей нынѣ предѣлъ нашей планетной системы, совершилось не путемъ обычныхъ наблюденій, не благодаря счастливой случайности, направившей взоръ геніальнаго наблюдателя (В. Гершеля) въ извѣстное мѣсто неба, а наоборотъ,—было заранѣе *вычислено* положеніе и мѣсто неизвѣстной еще планеты на небесномъ сводѣ и сказано наблюдателю: «Ищите новую планету тамъ-то и тамъ!»... Планета была открыта за письменнымъ столомъ,—концомъ пера, если можно такъ выразиться. Такое открытіе вполнѣ заслуживаетъ того, чтобы всегда, хотя вкратцѣ, вспоминали его исторію.

До В. Гершеля были извѣстны шесть планетъ: Меркурій, Венера, Земля, Марсъ, Юпитеръ и Сатурнъ, составлявшій крайній предѣлъ тогдашней солнечной системы. Счастливая случайность, о которой мы уже говорили (см. стр. 96), помогла Гершелю открыть Уранъ, слѣдующую за Сатурномъ планету. Размѣры нашей солнечной планетной системы сразу значительно расширились. Астрономы занялись наблюденіями надъ новой планетой и изслѣдованіемъ ея движенія. Было опредѣлено, возможно точно, нѣсколько положеній Урана на видимомъ сводѣ небесномъ, и по этимъ положеніямъ вычислены (французомъ Буваромъ) таблицы, опредѣляющія весь его путь вокругъ Солнца, какъ это было уже сдѣлано для другихъ планетъ. Но здѣсь получилась, спустя нѣкоторое время, непонятная загадка. Въ то время какъ для другихъ планетъ предвычисленныя таблицы удовлетворительно сходились съ наблюденіями, для вновь открытаго Урана этого не получалось. Таблицы указывали, что Уранъ въ такое-то время долженъ быть въ такомъ-то мѣстѣ неба, а онъ какъ разъ отклонялся отъ указываемаго положенія настолько, что это не могло объясняться простой неточностью таблицъ или вліяніемъ сосѣднихъ извѣстныхъ планетъ.

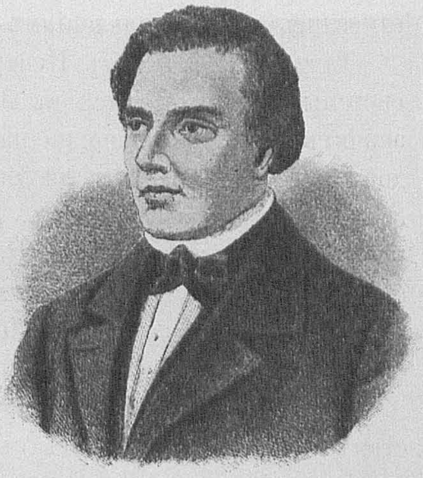


Рис. 132.—Леверье.

Въ чемъ заключалась причина этого разногласія теоріи съ практикой? Убѣжденіе въ непоколебимой вѣрности закона Ньютона, управляющаго движеніями планетъ, было настолько велико, что оставалось допустить одно предположеніе: существуетъ еще нѣкоторая неизвѣстная намъ планета, которая своимъ притяженіемъ вліяетъ на Уранъ, *возмущаетъ* его движеніе и отклоняетъ отъ того положенія, которое онъ долженъ занимать въ пространствѣ, если бы не было этой посторонней возмущающей силы. Надо было постараться эту неизвѣстную возмущающую планету найти. Трудная и требующая продолжительнаго времени задача, которую можно рѣшить только путемъ послѣдовательныхъ предположеній и пробъ. За рѣшеніе ея взялись почти одновременно французъ Урбанъ Леверье и англичанинъ Адамсъ. Оба они одновременно и рѣшили ее. Но слава открытія была приписана Леверье, такъ какъ по его указанію въ сентябрѣ 1846 г. Галле въ Берлинѣ нашелъ на небѣ эту восьмую планету, въ то время какъ наблюдатели, къ которымъ обращался Адамсъ съ просьбой о провѣркѣ его вычисленій, слишкомъ небрежно отнеслись къ его заявленіямъ и... опоздали.

Такъ былъ открытъ Нептунъ, самая далекая планета солнечной системы. Онъ находится въ 30 разъ далѣе отъ Солнца, чѣмъ Земля, а значитъ приблизительно на разстояніи четырехъ съ половиной милліардовъ километровъ. Есть ли еще какая-либо планета за этими предѣлами, ничего нельзя сказать. Но что сфера притяженія Солнца простирается далеко за предѣлы Нептуна, объ этомъ свидѣтельствуетъ хотя бы всѣмъ теперь извѣстная комета Галлея, которая, какъ увидимъ, далеко выходитъ за орбиту Нептуна и все же притягивается Солнцемъ обратно.

Значитъ, въ настоящее время мы насчитываемъ въ солнечной системѣ 8 большихъ планетъ съ ихъ спутниками и около 700 небольшихъ планетокъ (астероидовъ или планетоидовъ), число которыхъ, благодаря все новымъ и новымъ открытіямъ, возрастаетъ и поднесь. Астероиды роемъ носятся вокругъ Солнца, составляя, повидимому, *кольцо* или даже рядъ колецъ мелкихъ планетъ вокругъ центральнаго свѣтила.

Помимо планетъ со спутниками и астероидовъ въ нашу систему входятъ также довольно много *кометъ* и роевъ *падающихъ звѣздъ*. Какъ видимъ, область господства Солнца довольно обширна, и ему подчинено весьма большое количество тѣлъ. Справиться со всѣми ими Солнцу, однако, весьма не трудно, такъ какъ оно представляетъ шаръ такой огромной мощности и величины, о которыхъ не легко сразу составить представленіе.

Здѣсь естественно возникаетъ вопросъ о видимыхъ и дѣйствительныхъ размѣрахъ Солнца, о его разстояніи отъ нашей Земли и всѣхъ остальныхъ планетъ.

Непосредственными измѣреніями сравнительно нетрудно опредѣлять *видимый поперечникъ* (діаметръ) Солнца. Опредѣленіе сводится къ измѣренію угла, который составляетъ двѣ линіи, проведенныя изъ центра Земли къ противоположнымъ концамъ діаметра видимаго солнечнаго диска. Само собой разумѣется, что подобное измѣреніе производится въ самомъ дѣлѣ съ земной поверхности, а затѣмъ уже по полученному углу вычисляютъ, каковъ будетъ соотвѣтствующій уголъ, вершина котораго перенесена въ центръ Земли. Это дѣло сравнительно нетрудное и точными измѣреніями установлено, что видимый діаметръ Солнца представляется съ Земли подъ угломъ, равнымъ *въ среднемъ* 32′ (тридцати двумъ минутамъ угла), т. е. немногимъ болѣе полуградуса. «Въ среднемъ», говоримъ мы, потому что орбита годового движенія Земли около Солнца есть, какъ знаемъ, эллипсъ, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится Солнце. Земля въ теченіе года бываетъ то ближе, то дальше отъ Солнца, и въ зависимости отъ этого видимые размѣры солнечнаго діаметра колеблются въ предѣлахъ около полъ-минуты угла выше и ниже средней величины.

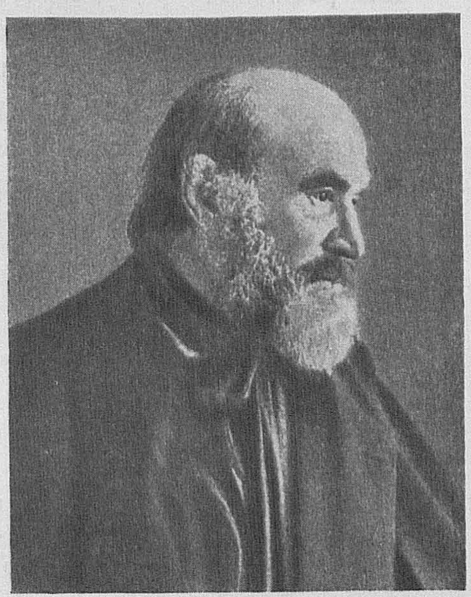


Рис. 133. Адамсъ.

Зная точную величину видимаго солнечнаго діаметра, остается опредѣлить еще разстояніе Солнца отъ Земли, и тогда вычисленіе истинныхъ размѣровъ Солнца сводится къ простымъ математическимъ выкладкамъ.

Задачей объ опредѣленіи разстоянія Солнца отъ Земли занимались еще въ глубокой древности. О попыткахъ въ этомъ направленіи Аристарха Самосскаго мы уже говорили. Съ тѣхъ поръ и до нашихъ дней астрономія прилагаетъ всѣ усилія, чтобы съ нужной для нея *точностью* получить это разстояніе, но вполнѣ удовлетворительные результаты не получены еще до сихъ поръ. А между тѣмъ самое точное рѣшеніе этой задачи положительно необходимо. Отъ точности опредѣленія разстоянія Земли отъ Солнца зависитъ точность рѣшенія многихъ и огромной важности вопросовъ въ наукѣ о небѣ и Землѣ. Такъ, зная точное разстояніе отъ Солнце, мы съ такою же точностью по третьему закону Кеплера (см. выше, стр. 56) будемъ знать разстоянія всѣхъ остальныхъ планетъ. Въ опредѣленіяхъ годичныхъ параллаксовъ звѣздъ (см. стр. 157), т. е. звѣздныхъ разстояній, знаніе точнаго разстоянія между Землей и Солнцемъ играетъ существенно важную роль. То же разстояніе играетъ существенную важную роль въ опредѣленіяхъ массъ небесныхъ тѣлъ, ихъ взаимныхъ возмущеній, во многихъ вопросахъ геологіи и т. д.

Вся трудность задачи, о которой идетъ рѣчь, въ точномъ опредѣленіи *солнечнаго параллакса*.

Читатель, не забывшій того, что говорилось раньше (стр. 156—7) о параллаксѣ неподвижныхъ звѣздъ, легко разберется въ томъ, что такое солнечный параллаксъ. Это есть уголъ, подъ которымъ изъ центра Солнца виденъ *экваторіальный* радіусъ Земли, т. е. радіусъ, проведенный изъ центра Земли къ точкѣ, лежащей на земномъ экваторѣ. Изъ различныхъ радіусовъ фигуры Земли (геоида) это — наибольшій. Если представить, что наблюдатель на Землѣ находится въ точкѣ A на экваторѣ (рис. 134), то уголъ *AST* и есть солнечный параллаксъ. Все дѣло въ томъ, чтобы точно измѣрить этотъ уголъ.

Однако, это не тикъ-то легко. Радіусъ (или даже весь діаметръ) Земли настолько малъ въ сравненіи съ разстояніемъ ея отъ Солнца,

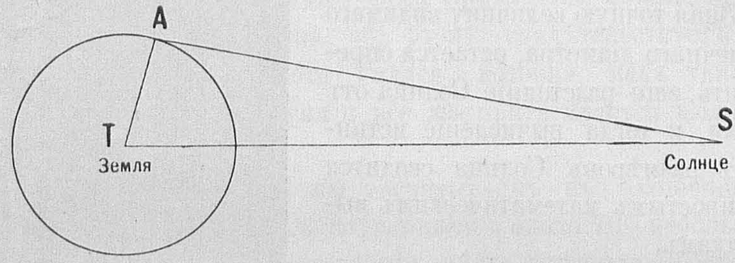


Рис. 134. Солнечный параллаксъ.

что опредѣленіе угла при *S* (солнечнаго параллакса. См. рис. 134) сводится приблизительно къ такой задачѣ: Не отходя отъ окошка, опредѣлить точно разстояніе предмета, удаленнаго отъ этого окна на разстояніе въ 15—20 верстъ. Слѣдовательно, направлять свой измѣрительный приборъ на предметъ вы можете только съ одного и другого конца полутора-аршиннаго или 2-хъ-аршиннаго подоконника. Ясно, что при такихъ обстоятельствахъ точное опредѣленіе угловъ въ получающемся треугольникѣ невозможно, а между тѣмъ малѣйшая ошибка даетъ большую погрѣшность. Если, наприм., при опредѣленіи солнечнаго параллакса сдѣлать ошибку только въ *одну десятую часть секунды* угла, то въ опредѣленіи разстоянія Земли отъ Солнца это создаетъ погрѣшность въ 2 милліона километровъ. Такія погрѣшности при современныхъ требованіяхъ науки недопустимы. Между тѣмъ, что, казалось бы, за ошибка въ одну десятую секунды угла? Это уголъ, опредѣляющій толщину волоса на разстояніи четверти версты... И оказывается, что астрономъ не можетъ, *не смѣетъ* допустить подобной ошибки въ нѣкоторыхъ своихъ наблюденіяхъ.

Огромное количество изобрѣтательности, остроумія, времени и труда затратили и тратятъ люди науки, чтобы обойти затрудненія, которыя ставитъ эта задача на каждомъ шагу. Прибѣгаютъ къ различнымъ способамъ и пріемамъ, описывать которые не станемъ. За нѣкоторыми большими подробностями отсылаемъ читателя къ болѣе спеціальнымъ сочиненіямъ, и прежде всего рекомендовали бы книгу В. В. Стратонова «Солнце», — чудную книгу, гдѣ глубокое знаніе предмета соединено съ ясностью и увлекающей поэтичностью изложенія.

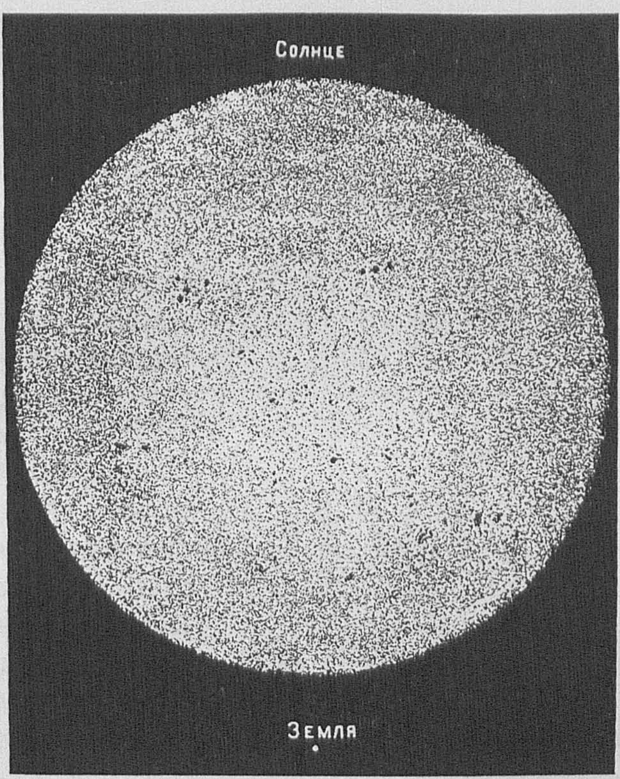


Рис. 135. Сравнительная величина Солнца и Земли.

Въ результатѣ затраченныхъ усилій наиболѣе достовѣрной величиной солнечнаго параллакса надо считать уголъ въ $8'',8$ (восемь и восемь десятыхъ секунды), при чемъ возможная ошибка опредѣляется въ одну сотую секунды угла, однако и такая съ виду незначительная ошибка можетъ вести къ неправильности почти въ 200 тысячъ километровъ при опредѣленіи средняго разстоянія Солнца отъ Земли. Вотъ почему *необходима еще большая* точность. И *желаемое* точное значеніе солнечнаго параллакса наука надѣется имѣть сравнительно скоро. Дѣло въ томъ, что въ 1898 г. была открыта небольшая планетка (одинъ изъ астероидовъ), названная Эросомъ. При весьма незначительной величинѣ Эросъ является небеснымъ тѣломъ, повременамъ приближающимся къ Земли ближе всѣхъ остальныхъ планетъ—всего на 23 милліона километровъ. Эти условія весьма удобны для точнаго опредѣленія параллакса Солнца. Въ 1900 и 1901 годахъ надъ Эросомъ было уже произведено большое количество наблюденій, обработка которыхъ позволяетъ ожидать еще болѣе точнаго значенія солнечнаго параллакса.

Принимая же солнечный параллаксъ равнымъ 8″,8, *среднее* разстояніе Земли отъ Солнца опредѣляютъ въ $149^{1}/_{2}$ милліоновъ километровъ.

Нѣкоторое представленіе объ этомъ разстояніи дадутъ такіе примѣры: ядро, пущенное отъ Земли къ Солнцу со скоростью 500 метровъ въ секунду, долетѣло бы до него только черезъ 10 лѣтъ. Поѣздъ, идущій безостановочно день и ночь съ быстротою по 100 верстъ въ часъ, доѣхалъ бы до Солнца только черезъ 160 лѣтъ. Таково это разстояніе въ $149^{1}/_{2}$ милл. километровъ, столь «незначительное» съ тѣми звѣздными разстояніями, о которыхъ говорилось въ предыдущихъ главахъ.

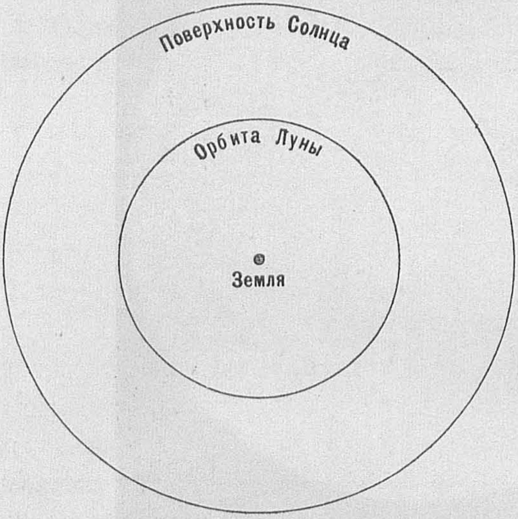


Рис. 136. Понятіе о размѣрахъ Солнца.

Въ силу движенія Земли по эллипсу, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится Солнце, дѣйствительное разстояніе обоихъ тѣлъ непрерывно измѣняется. Находясь въ перигеліи (т. е. въ ближайшемъ разстояніи отъ Солнца), Земля отстоитъ отъ него на 147 милл. километровъ; въ афеліи же (т. е. въ дальнѣйшемъ разстояніи отъ Солнца) это разстояніе равно 152 милл. кил. Колебаніе разстояній заключается, слѣдовательно, въ предѣлахъ пяти милліоновъ километровъ.

Зная видимый діаметръ Солнца и его разстояніе отъ Земли, вычислить дѣйствительные размѣры повелителя нашей системы представляетъ простую задачу. Размѣры эти величественны.

* * *

Діаметръ Солнца въ 109 разъ болѣе діаметра Земли,—онъ равенъ 1 400 000 километровъ. Отсюда слѣдуетъ, что и окружность солнечнаго экватора въ 109 разъ болѣе окружности экватора земного шара. Желающій можетъ продолжить подобное сравненіе размѣровъ Солнца и Земли нѣсколько далѣе и вычислить, какова будетъ на Солнцѣ длина градуса солнечнаго меридіана, если длина градуса земного меридіана равна 111 километрамъ, или 105 верстамъ.

А если герои романовъ Жюля Верна или иного подобнаго писателя объѣзжали вокругъ Земли въ 40 дней, то сколько времени потребовалось бы для этого на Солнцѣ при одинаковой скорости поѣздки?

Солнце представляетъ собой шаръ. Правильный ли, или нѣсколько сплюснутый у полюсовъ вслѣдствіе вращенія,—этого не удалось еще опредѣлить.

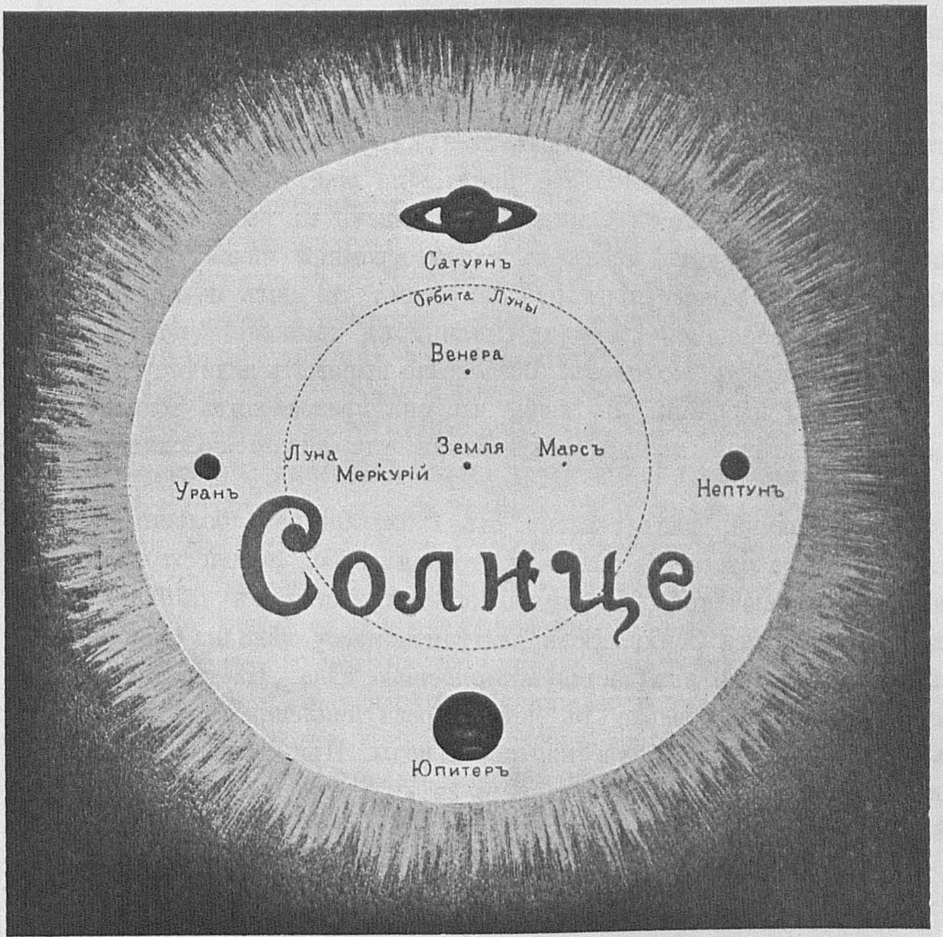


Рис. 137. Сравнительная величина Солнца, орбиты Луны и планетъ его системы.

Указанная выше величина діаметра этого шара позволяетъ заключить, что объемъ Солнца въ 1 300 000 разъ больше объема Земли, т. е. изъ солнечнаго шара можно было бы получить милліонъ триста тысячъ земныхъ шаровъ. Если представить себѣ Землю въ видѣ горчичнаго сѣмячка, то Солнце надо представить величиной въ хорошій арбузъ.

Но самое лучшее, пожалуй, представленіе о величинѣ Солнца даетъ такое соображеніе: Луна движется вокругъ Земли на разстояніи въ среднемъ 360 тысячъ верстъ (384 000 километра). Такъ вотъ представьте, что Земля перенесена въ центръ солнечнаго шара. Тогда весь лунный путь, этотъ огромный кругъ, цѣликомъ умѣстился бы внутри этого шара, и до поверхности Солнца оставалось бы еще немногимъ меньше, чѣмъ отъ Земли до Луны (см. рис. 136). Такова громада Солнца, предъ которой ничтожна не только крошка-Земля, но и вся масса планетъ нашей системы, взятыхъ вмѣстѣ. И въ самомъ дѣлѣ, масса Солнца болѣе чѣмъ въ 700 разъ превосходитъ массу вмѣстѣ взятыхъ всѣхъ остальныхъ планетъ съ ихъ спутниками, какъ объ этомъ можно составить приблизительное понятіе по рис. 137-му.

Благодаря такой массѣ Солнце притягиваетъ къ себѣ всѣ планеты и нашу Землю въ томъ числѣ съ такой огромной силой, о которой можно судить по такому примѣру: Допустимъ, что намъ нужно переломить стальной сплошной стержень (цилиндръ), имѣющій около *четырехъ тысячъ верстъ толщины*. Безполезно выражать величину нужной для этого силы цифрами. Но ясно, что она превосходитъ всякое воображеніе. Съ такой именно силой Земля удерживается Солнцемъ на ея орбитѣ.

Объемъ Солнца, какъ сказано, въ 1 300 000 разъ больше объема Земли, но масса этого объема, или, говоря грубо, количество матеріи (вещества), заключенной въ этомъ объемѣ, всего въ 330 000 разъ больше, чѣмъ масса Земли. Если раздѣлить массу тѣла на его объемъ, то получимъ то, что называется *плотностью* тѣла. Плотность Солнца оказывается приблизительно въ четыре раза меньше, чѣмъ плотность Земли. Она немногимъ болѣе плотности воды. При сужденіяхъ о физическомъ строеніи нашего лучезарнаго свѣтила это всегда необходимо имѣть въ виду.

По радіусу шара легко вычислить его поверхность. И вотъ оказывается, что солнечная поверхность въ 12 тысячъ разъ превосходитъ поверхность Земли. Допустимъ, что наши фабрики выткали кусокъ полотна такой длины, чтобы въ него можно было закутать всю Землю. Чтобы спеленать подобнымъ же образомъ Солнце, необходимо выткать 12 000 такихъ кусковъ полотна.

Каждая часть, каждая малѣйшая площадка поверхности этого огромнаго шара изливаетъ въ пространство потоки тепла и свѣта, благодаря которымъ только и возможна жизнь на Землѣ. Но на долю Земли приходится ничтожнѣйшая часть теплоты, изливаемой Солнцемъ: около *одной двухбилліонной части* ея. Два билліона такихъ шаровъ, какъ наша Земля, могло бы согрѣть и освѣтить Солнце, такъ что неосновательнымъ самомнѣніемъ представляется высказывавшаяся нѣкогда мысль, что Солнце чуть ли не для того исключительно существуетъ, чтобы благотворить земному человѣку, которому необходимы свѣтъ и тепло. Каждый день, каждый часъ, каждую секунду, наконецъ, Солнце излучаетъ изъ себя въ пространство такое количество теплоты, что всего каменнаго угля, заключеннаго въ Землѣ, не хватило бы для поддержанія этой теплоты на одну десятую часть секунды.

Мы находимся отъ Солнца приблизительно на разстояніи 149$^1/_2$ милліоновъ километровъ (около 140 милліоновъ верстъ) и получаемъ, какъ сказано, ничтожнѣйшую часть солнечной теплоты, и однако на жаркомъ (экваторіальномъ) поясѣ Земли есть такія мѣстности, гдѣ прямые лучи Солнца почти смертельны для человѣка. Какова же должна быть температура на самой поверхности Солнца? Трудно объ этомъ судить. Съ помощью большого зажигательнаго стекла, собирающаго солнечные лучи и направляющаго ихъ въ одну точку, можно, напримѣръ, расплавить платину, сжечь алмазъ, расплавить даже огнеупорную глину, которую нашими земными источниками тепла расплавить нельзя. Слѣдовательно, на самомъ солнцѣ жаръ долженъ быть во много разъ больше, но мы не имѣемъ пока возможности точно опредѣлить эту температуру. Иные считаютъ ее въ милліоны градусовъ, другіе въ 60 тысячъ, иные въ 20—10 тысячъ градусовъ и даже меньше. Во всякомъ случаѣ спектральный анализъ доказываетъ, что самые тугоплавкіе металлы носятся въ атмосферѣ Солнца въ видѣ тончайшаго раскаленнаго пара. Одного этого достаточно, чтобы судить о степени накаленности солнечной громады. Вѣрнѣе всего то, что на различныхъ разстояніяхъ отъ своего центра Солнце имѣетъ и различную температуру. Верхніе его слои имѣютъ десятки или сотни тысячъ градусовъ тепла, а у центра, быть можетъ, это тепло надо исчислять милліонами градусовъ. Но вопросъ о температурѣ Солнца самой по себѣ оставимъ пока въ сторонѣ, а попробуемъ ближе подойти къ самому важному для насъ вопросу о *количествѣ* излучаемой Солнцемъ теплоты. Уяснимъ нѣсколько научныхъ опредѣленій и названій. Ученіе о теплотѣ есть такая важная и значительная область знанія, что читатель не посѣтуетъ, если мы остановимся на нѣкоторыхъ элементарныхъ свѣдѣніяхъ изъ этой области.

Количество теплоты можетъ быть измѣрено. За единицу сравненія, или за *единицу теплоты*, которую обыкновенно называютъ *калоріей*, мы примемъ здѣсь то *количество теплоты, которое въ состояніи нагрѣть одинъ килограммъ воды на одинъ градусъ по Цельзію*. Замѣтимъ здѣсь же кстати, что эта единица довольно велика,—она такъ и называется *большой калоріей*. Обыкновенно въ наукѣ за единицу количества теплоты принимаютъ то количество ея, которое нагрѣваетъ 1 граммъ воды на 1° Цельзія, — это есть—*малая калорія*, или граммъ-калорія.

Какое же количество теплоты излучаетъ Солнце? Для отвѣта на этотъ вопросъ ученые занялись опредѣленіемъ такъ называемой *солнечной постоянной*. Что эта за величина?

Солнечная постоянная есть число единицъ теплоты (мы беремъ большія калоріи), *падающей въ минуту на площадь въ одинъ квадратный метръ. Площадь эта расположена подъ прямымъ угломъ (вертикально) къ лучамъ Солнца и находится отъ него на среднемъ разстояніи Земли отъ Солнца.* Среднее же разстояніе Земли отъ Солнца, какъ упомянуто, равно $149^1/_2$ милліонамъ километровъ.

Опредѣленіе этой *солнечной постоянной* привело къ заключенію, что она равна 30. Значитъ, площадка въ одинъ квадратный метръ, поставленная прямо противъ Солнца на разстояніи $149^1/_2$ милл. километровъ отъ него, получаетъ каждую минуту по 30 единицъ теплоты, т. е. такое количество теплоты, которое нагрѣваетъ 1 килограммъ воды на 30 градусовъ Цельзія.

Послѣ опредѣленія *солнечной постоянной* не трудно вычислить количество теплоты, излучаемой цѣлымъ Солнцемъ въ минуту, а затѣмъ простымъ дѣленіемъ опредѣлить число единицъ тепла, излучаемыхъ въ минуту *однимъ квадратнымъ метромъ солнечной поверхности*. Число это равно 1 400 000.

Итакъ, каждый квадратный метръ поверхности Солнца въ 1 минуту выбрасываетъ въ пространство 1 400 000 единицъ тепла (большихъ калорій). Теперь попробуйте подсчитать, сколько же такихъ единицъ выбрасывается въ часъ, въ день, въ годъ, въ тысячи и многіе милліоны лѣтъ, въ теченіе которыхъ существуетъ, свѣтитъ и грѣетъ Солнце. Воображеніе отказывается представить эту бездну излученнаго тепла, и является невольный вопросъ, откуда же у Солнца берутся средства для такой безумной расточительности, и долго ли подобная трата тепла можетъ продолжаться?

За тѣ времена о которыхъ человѣчество имѣетъ болѣе или менѣе достовѣрную писанную исторію, т. е. на протяженіи уже нѣсколькихъ тысячелѣтій, не обнаружено никакихъ признаковъ измѣненія въ климатахъ, въ растительности или въ мірѣ животныхъ на Землѣ. Не замѣчено никакихъ измѣненій въ величинѣ Солнца. Все также грандіозны и поразительны потоки излучаемаго имъ ежесекундно тепла, и невольно кажется, что такъ было и такъ будетъ всегда. Однако исторія Земли (геологія), лѣтосчисленіе которой ведется періодами въ десятки и сотни милліоновъ лѣтъ, съ несомнѣнностью указываетъ на значительныя колебанія температуры на Землѣ. Съ другой стороны, какъ ни велико Солнце, но все же оно есть ограниченное извѣстными предѣлами тѣло, а сила излученія его столь велика, что несложный ариѳметическій расчетъ позволяетъ убѣдиться, напр., въ такомъ фактѣ: Если бы солнечная теплота была результатомъ только горѣнія, скажемъ, угля (объемомъ въ солнечный шаръ) въ чистомъ кислородѣ и не поддерживалась бы ничѣмъ инымъ, то запаса ея хватило бы не болѣе, какъ на три-четыре тысячи лѣтъ. Съ Рождества Христова и по наши дни Солнце уже успѣло бы сгорѣть почти на половину. Этого, какъ извѣстно каждому, нѣтъ и тѣни. Сказать, что на Солнцѣ есть такія вещества, химическое соединеніе которыхъ даетъ гораздо больше теплоты, чѣмъ извѣстныя тѣла, тоже нельзя, такъ какъ наука доказываетъ, что Солнце состоитъ изъ тѣхъ же веществъ, какъ и Земля. Приходится допустить, что есть еще нѣчто, намъ неизвѣстное, постоянно восполняющее ту трату теплоты, которую производитъ Солнце. Но что же это за источникъ? По этому поводу существуетъ нѣсколько остроумныхъ научныхъ предположеній, или гипотезъ.

Одна изъ такихъ гипотезъ говоритъ, что солнечная теплота поддерживается постоянными ударами о поверхность Солнца изобильно падающихъ на него небольшихъ носящихся въ пространствѣ тѣлъ, такъ называемыхъ—метеоритовъ. Путемъ неоспоримыхъ опытовъ установлено, что при ударѣ другъ о друга двухъ тѣлъ развивается теплота, и что теплоты развивается тѣмъ больше, чѣмъ стремительнѣе сила удара. Сила же удара зависитъ, очевидно, отъ скорости паденія одного тѣла на другое. Вычислено, что скорость паденія метеоритовъ на Солнце равна примѣрно 600—700 километрамъ въ секунду. При такой огромной скорости упавшее на него тѣло развиваетъ такое большое количество тепла, что можетъ раскалить массу въ нѣсколько тысячъ разъ большую, чѣмъ масса самого падающаго тѣла. Если бы, напримѣръ, на Солнце упала наша Земля, то развилось бы такое количество теплоты, которое возмѣстило бы солнечное излученіе за сто лѣтъ.

Здѣсь мы сталкиваемся съ фактомъ, который заслуживаетъ глубочайшаго вниманія читателя: одно явленіе окружающаго насъ міра переходитъ въ другое. Явленіе движенія переходитъ въ явленіе теплоты, или, какъ говорятъ теперь, *энергія* движенія переходитъ въ *энергію* теплоты.

Что же это за «энергія»? Пора, наконецъ, и даже необходимо ближе ознакомиться какъ съ этимъ понятіемъ, составляющимъ одну изъ краеугольныхъ основъ современнаго естествознанія. Подобное ознакомленіе не будетъ простымъ отступленіемъ въ главѣ, посвященной Солнцу, источнику и возбудителю всякой энергіи на Землѣ.

Когда въ обыкновенной разговорной рѣчи мы говоримъ: «человѣкъ великой энергіи» или «человѣкъ большой энергіи», то этими словами чаще всего выражаемъ, что ожидаемъ многаго отъ *работоспособности* такого челевѣка или видимъ эту работоспособность. Во всякомъ случаѣ не сомнѣваемся въ его способности сдѣлать непосильное «обыкновенному смертному», произвести важную работу. Сейчасъ увидимъ, какъ это разговорное понятіе объ энергіи можно перенести съ человѣка и, вообще, съ одушевленнаго предмета, въ область естествознанія вообще, приложитъ къ неодушевленному тѣлу или къ цѣлой системѣ тѣлъ и матерьяльныхъ частицъ. Но вводя понятіе объ энергіи въ область точной науки, въ смыслѣ этого слова уже нельзя оставлять никакой растяжимости, или неопредѣленности столь обыкновенной въ разговорной рѣчи. Необходимо, наоборотъ, все содержаніе этого слова перевести на счетъ, число и мѣру, и тогда, конечно, недоразумѣній быть не можетъ. Начнемъ съ самыхъ простыхъ и понятныхъ примѣровъ.

Вотъ съ огромной быстротой летитъ пущенное изъ пушки ядро, ударяетъ въ стѣну, или въ стальную обшивку броненосца и пробиваетъ ихъ. Почему пробиваетъ? Потому,—говорятъ, что быстро летящее ядро обладаетъ *энергіей*, потому,—иначе говоря,—что въ силу своего *движенія* это ядро способно преодолѣвать даже такія встрѣчаемыя по пути препятствія, какъ каменная стѣна, или стальная броня морского парохода-гиганта. И ясное дѣло, что эта способность преодолѣть препятствіе, эта энергія ядра, зависитъ только отъ быстроты или скорости его движенія, потому что если то же самое ядро мы просто поднесемъ и приложимъ къ стѣнѣ, или къ чему другому, то оно ни на что не окажетъ никакого воздѣйствія.

Возьмемъ другой примѣръ. Представимъ, что совершенно ровно, горизонтально и гладко уложены, какъ угодно далеко, рельсы и что по нимъ съ извѣстной быстротой катиться подтолкнутый нами вагонъ. Мы знаемъ уже (см. стр. 69), что если бы не существовало *тренія* и *сопротивленія воздуха*, то вагонъ съ той же скоростью постоянно катился бы по рельсамъ, никогда не останавливаясь. Но представимъ себѣ что рельсы дѣлаютъ нѣкоторый подъемъ, и что катящемуся вагону надо на него подняться. Что же получится? Оказывается, что вагонъ, взбираясь на гору, будетъ все болѣе и болѣе замедлять скорость своего движенія и наконецъ наступитъ моментъ, когда вагонъ остановится.

Вдумайтесь въ этотъ примѣръ: Вагонъ есть тяжелое тѣло и, однако, вопреки силѣ тяжести, онъ нѣкоторое время поднимается на гору, словно преодолѣвая земное притяженіе. Это значитъ, какъ сейчасъ увидимъ, что здѣсь совершается нѣкоторая *работа*, и нашъ вагонъ производитъ эту работу потому, что обладалъ движенiемъ прежде, чѣмъ подыматься на возвышенiе. Теперь мы и скажемъ, что *свойство, по которому тѣло способно преодолѣвать препятствiе или производить работу, и называется энергiей.*

Изъ приведенныхъ примѣровъ иной, пожалуй, выведетъ заключенiе, что тѣло (или система тѣлъ), только тогда обладаетъ энергiей, когда находится въ движенiи. Но это будетъ невѣрно. Сейчасъ приведемъ примѣръ, гдѣ при извѣстныхъ условiяхъ система тѣлъ, находящаяся въ совершенномъ покоѣ, тѣмъ не менѣе сохраняетъ полную способность производить работу, — не меньшую, чѣмъ находящееся въ движенiи тѣло.

Предположите, что камень (или иное тяжелое тѣло) *поднятъ* и положенъ на крышку дома. Камень въ этомъ положенiи не обладаетъ, движенiемъ, однако онъ обладаетъ все же энергiей Если бы этотъ камень падалъ, то при помощи блока и веревки легко убѣдиться, что въ продолженiе своего паденiя онъ можетъ подымать другую тяжесть. А это доказываетъ, что при нѣкоторыхъ условiяхъ находящiйся въ покоѣ камень тоже обладаетъ *способностью производить работу*, а слѣдовательно обладаетъ энергiей.

Работа, затраченная на поднятiе камня на крышу, употреблена на преодолѣнiе силы притяженiя между Землей и камнемъ, и энергiя матерьяльной системы, состоящей изъ камня и Земли, такимъ образомъ возросла.

Мы опредѣлили энергiю, какъ способность или силу производить *работу*; поэтому необходимо дать самое точное опредѣленiе этого послѣдняго слова.

Въ силу тяготѣнiя Земля имѣетъ свойство притягивать по направленiю къ своему центру всякое тѣло. Если взять тѣло вѣсомъ въ одинъ, скажемъ, фунтъ и поднять его на высоту одного фута отъ поверхности Земли, то затрачивается нѣкоторое усилiе для того, чтобы преодолѣть то сопротивленiе, которое оказываетъ земное притяженiе поднятiю тяжести. Земное притяженiе есть сила постоянная. Для того чтобы поднять данную тяжестъ на извѣстную высоту всегда необходима *вполнѣ опредѣленная затрата* работы, и чтобы выразить эту работу числомъ, намъ остается только выбрать единицу тяжести и единицу длины. Если за единицу тяжести мы примемъ фунтъ, а та единицу длины футъ, то одинъ фунтъ тяжести, поднятый отвѣсно на одинъ футъ высоты вопреки силѣ притяженiя, и опредѣлитъ намъ *единицу* работы, которую называютъ *фунто-футъ*.

Итакъ, что такое фунто-футъ? Это есть работа, необходимая для того, чтобы тѣло вѣсомъ въ фунтъ поднять отвѣсно на футъ высоты.

Вмѣсто фунта и фута можно взять пудъ и футъ, и тогда получимъ единицу работы: *пудо-футъ*, или взявъ та единицу тяжести килограммъ, а за единицу длины метръ, получимъ единицу работы носящую названіе *килограм-метръ* и т. д.

Если одинъ фунтъ тяжести поднять на высоту двухъ футовъ, то ясно, что затрачивается уже двѣ единицы работы (2 фунто-фута); если этотъ же фунтъ подымемъ на высоту трехъ футовъ, то получаемъ три единицы работы (3 фунто-фута) и т. д. Точно также на поднятіе 2-хъ фунтовъ на 1 футъ высоты тратится, значитъ, 2 единицы работы, а 2 фунта, поднятые на 2 фута, даютъ, слѣдовательно, 4 единицы работы (4 фунто-фута). Изъ этого слѣдуетъ, что для полученія *количества работы* необходимо число, выражающее вѣсъ тяжелаго тѣла, умножить на число, выражающее высоту, на которую поднято тѣло въ вертикальномъ направленіи; произведеніе и покажетъ намъ работу въ фунто-футахъ, или въ пудо-футахъ, или килограм-метрахъ, или въ грамм-сантиметрахъ въ зависимости отъ того, какія единицы вѣса и длины мы принимаемъ въ основу.

Отъ работы перейдемъ опять къ энергіи. Такъ какъ, по опредѣленію, энергія есть способность производить работу, то о количествѣ энергіи, заключенной въ какой-либо матерьяльной системѣ, можно судить, или даже прямо измѣрять это количество той *суммой работы*, которую эта система въ состояніи произвести. Движущееся тѣло, напр., какъ мы уже отмѣтили, обладаетъ энергіей въ силу своего движенія. Отсюда самъ собой возникаетъ вопросъ, какое соотношеніе существуетъ между скоростью движенія и соотвѣтствующей энергіей. Казалось бы самымъ естественнымъ предположеніе, что если тѣло движется съ извѣстной скоростью, при чемъ обладаетъ извѣстной суммой энергіи, то энергія удвоится, если тѣло начнетъ двигаться вдвое скорѣе. Однако, это невѣрно. Вѣрное соотношеніе состоитъ въ томъ, что если *скорость движенія тѣла увеличивается вдвое, то развиваемая имъ энергія возрастаетъ вчетверо*. Такъ что если пущены два, наприм., пушечныхъ ядра одинаковой массы, но одно летитъ вдвое скорѣе, чѣмъ другое, то это летящее съ двойной скоростью ядро можетъ пробить стальную плиту въ четыре раза болѣе толстую, чѣмъ та, которую пробиваетъ ядро, летящее со скоростью вдвое меньшей.

Положимъ, что тѣло вѣсомъ въ одинъ фунтъ брошено вертикально вверхъ, въ воздухъ, съ извѣстной скоростью. Если для простоты разсужденія мы отбросимъ силу сопротивленія воздуха, то на брошенное тѣло, значитъ, дѣйствуютъ только двѣ силы: постоянная сила земного притяженія и та сила, съ которой мы бросили тѣло вверхъ. Вторая сила (мгновенная, сообщившая только толчокъ) заставляетъ тѣло подниматься вверхъ, а первая (сила земного притяженія) стремится притянуть тѣло по направленію къ центру земли. Что же произойдетъ съ брошеннымъ нами вверхъ тѣломъ? Это извѣстно всякому: Оно взлетитъ вверхъ, все болѣе и болѣе замедляя движеніе; затѣмъ наступитъ моментъ остановки, а затѣмъ тѣло равномѣрноускореннымъ движеніемъ понесется обратно и упадетъ на землю.

Разсмотримъ пока первую половину совершающагося здѣсь процесса. Допустимъ, что когда брошенное вверхъ тѣло достигнетъ своей наибольшей высоты, т.-е. въ моментъ его остановки въ воздухѣ, кто-либо и какъ-либо схватилъ его и укрѣпилъ на достигнутой высотѣ. Спрашивается: на какую же высоту поднялось брошенное нами тѣло? И вотъ оказывается, что между *высотой*, на которую поднимается тѣло, величиной ускоренія въ секунду времени, пріобрѣтаемаго свободно падающимъ тѣломъ вслѣдствіе силы земного притяженія, и *скоростью*, съ которой мы бросили тѣло вначалѣ, существуетъ вполнѣ опредѣленная связь, выражаемая весьма простой формулой, выводимой при изученіи законовъ паденія тѣлъ [1]).

Такъ какъ величина ускоренія свободно падающаго тѣла для каждаго даннаго мѣста Земли есть величина постоянная и обыкновено напередъ извѣстная, то по данной первоначальной скорости бросанія тѣла можно опредѣлить высоту его поднятія и наоборотъ.

Такъ, напр., если подбросить тѣло вѣсомъ въ одинъ фунтъ вертикально вверхъ съ начальной скоростью въ 32 фута, то окажется, что оно подымется на высоту 16 футовъ. Эсли же начальную скорость *удвоить*, т. е. подбросить тѣло тъ быстротой 64 футовъ въ секунду, то оно подымается на высоту *вчетверо* большую, чѣмъ 16 футовъ, т. е. на высоту $16 \times 4 = 64$ ф. Какая же въ обоихъ случаяхъ была произведена *работа?* Чтобы узнать это, нужно, какъ объяснено выше, длину пройденнаго вертикально пути (высоту) умножить на вѣсъ тѣла. Но вѣсъ тѣла у насъ равенъ одному фунту. Итакъ, въ первомъ случаѣ работа равна $16 \times 1 = 16$ фунто-футамъ, а во второмъ $64 \times 1 = 64$ фунто-футамъ. Такъ какъ энергію мы измѣряемъ работой, то отсюда и приходимъ къ положенію, уже изложенному раньше, т. е., что *при удвоеніи скорости движенія тѣла энергія его учетверяется.*

---

[1]) Эту формулу весьма легко запомнить, условившись въ такихъ обозначеніяхъ: пусть h—обозначаетъ *высоту* поднятія тѣла, v—первоначальную *скорость*, съ которой брошено тѣло, а g—обозначаетъ величину земного притяженія, или, вѣрнѣе, величину *ускоренія* въ секунду, сообщаемаго подающему тѣлу подъ дѣйствіемъ земного притяженія (силы тяжести). Тогда всѣ эти три величины h, v, g, связаны слѣдующій формулой: $h = \frac{v^2}{2g}$.

Указавъ, что количество энергіи, развиваемой движущимся тѣломъ, зависитъ отъ скорости движенія, попытаемся опредѣлить, при какихъ условіяхъ и какой энергіей обладаетъ тѣло, находящееся въ видимомъ покоѣ. Для этого возвратимся опять къ нашему примѣру, гдѣ поднявшійся вертикально вверхъ отъ земли на высоту 64 футъ грузъ какимъ либо образомъ остановленъ и находится въ покоѣ. Но и въ этомъ случаѣ наше тѣло обладаетъ *запасомъ* энергіи и притомъ въ количествѣ какъ разъ равномъ тому, которое оно имѣло въ началѣ своего взлета, когда ему была сообщена начальная скорость въ 64 фута въ секунду. И въ самомъ дѣлѣ, если удалить причину, поддерживающую нашъ грузъ на данной высотѣ, то онъ начнетъ падать; и при помощи извѣстныхъ приспособленій (идеально-тонкой нити, блока и т. д.) можно сдѣлать такъ, чтобы онъ своимъ паденіемъ вызвалъ поднятіе на ту же высоту равнаго ему груза (для простоты, здѣсь не принимаются въ расчетъ такія побочныя обстоятельства, какъ треніе и т. п.). Итакъ, въ данномъ случаѣ получится опять таки работа. Значитъ тѣло, поднятое на извѣстную высоту надъ землей и удерживаемое тамъ въ покоѣ, все же обладаетъ энергіей, т. е. способностью производить работу. Энергія этого послѣдняго рода носитъ обыкновенно названіе *потенціальной энергіи*, или *энергіи положенія*, въ противоположность энергіи, связанной съ движеніемъ, о которой мы говорили выше, и которая носитъ обыкновенно носитъ названіе *кинетической энергіи*, или *энергіи въ дѣйствіи* (актуальной энергіи).

Теперь подойдемъ ближе къ выясненію роли ученія объ энергіи въ современномъ естествознаніи.

Всѣ явленія природы могутъ быть измѣрены или выражены въ единицахъ энергіи, или ей соотвѣтствующей работы. И это потому, что научное естествознаніе путемъ долгой и неустанной работы пришло къ такимъ чрезвычайной важности выводамъ, можно сказать—законамъ природы:

I. Всѣ явленія природы связаны другъ съ другомъ и могутъ одни въ другія переходить или непосредственно, или нѣкоторымъ болѣе сложнымъ путемъ.

II. При этомъ изъ единицы даннаго явленія всегда получается одно и то же количество другого явленія, независимо отъ способа превращенія.

Другими словами: все совершающееся во вселенной можетъ быть разсматриваемо, какъ проявленіе того или иного вида энергіи, и при томъ: 1) Энергія *даннаго явленія не измѣняется*, другими словами,—эта энергія сохраняется при превращеніяхъ даннаго явленія въ другія, или нѣсколькихъ данныхъ явленій въ иныя.

Слѣдовательно, можно выразиться и такъ: 2) *Энергія вселенной не измѣняется, но сохраняется* при всѣхъ процессахъ и разрушеніяхъ, образующихъ жизнь вселенной. *Энергія вселенной представляетъ собой постоянную величину.* Скажемъ то же еще иначе:

3) *Энергія вселенной вѣчна: она не создается и не разрушается.* Изъ этой послѣдней формулировки тотчасъ слѣдуетъ, что устройство машины вѣчнаго движенія (такъ называемаго perpetuum mobile) невозможно. Въ самомъ дѣлѣ, подобная машина по самому свойству своего заданія должна постоянно создавать энергію и тѣмъ увеличивать ея количество во вселенной, а это стоитъ въ прямомъ противорѣчіи съ тѣмъ закономъ *сохраненія энергіи*, который только что нами выраженъ въ трехъ различныхъ формахъ. Къ этимъ формамъ выраженія знаменитаго закона можно прибавить еще и такую:

4) *Результатъ превращенія одного или нѣсколькихъ явленій въ другія не зависитъ отъ пути, или способа превращенія, а только отъ начальнаго и конечнаго состояній.* Въ этой формѣ законъ сохраненія энергіи носитъ также названіе «закона начальнаго и конечнаго состоянія» и въ особенности приложимъ на практикѣ.

Таково понятіе объ энергіи и таковъ законъ о ея сохраненіи. Со введеніемъ этого понятія физика получила въ руки могущественное средство всевозможныхъ перечисленій отъ однихъ явленій къ другимъ. Въ ея распоряженіи оказалось превосходное орудіе для *описанія* всѣхъ превращеній, переходовъ и, вообще, *процессовъ* природы. И не однихъ только процессовъ. Понятіе о потенціальной энергіи даетъ въ руки физика превосходный способъ описанія *положеній* и *состояній*, наблюдающихся во вселенной, а также средства опредѣлить условія равновѣсія или состояніе покоя системъ тѣлъ.

Законъ сохраненія энергіи для физики имѣетъ столь же важное значеніе, какъ въ химіи *законъ о сохраненіи вещества* (матеріи), доказанный опытнымъ путемъ великимъ Лавуазье (1743—1794).

Матерія вѣчна. Она не создается и не разрушается; при всѣхъ ея видимыхъ видоизмѣненіяхъ количество ея остается во вселенной неизмѣннымъ. Этотъ принципъ, или «законъ», положенный въ основаніе химіи, скоро придалъ этой наукѣ такую стройность, методичность и строгость, о которой нельзя было раньше и мечтать. Такую же роль играетъ введеніе понятія объ энергіи въ физическихъ явленіяхъ природы.

Рис. 138. Фарадей.

Но если читатель до нѣкоторой степени и уяснилъ всю важность и значеніе закона сохраненія энергіи въ естествознаніи, то, быть можетъ, для него все же остается еще неяснымъ тотъ путь, которымъ пришли къ признанію этого «закона». Поговоримъ кратко и объ этомъ. Съ одной стороны, это поможетъ еще лучше судить о правильности закона и его, такъ сказать, исторической необходимости, а съ другой,—представляется случай припомнить имена тѣхъ свѣточей человѣческой мысли, которые сдѣлали первые и самые важные шаги въ установленіи разсматриваемыхъ здѣсь научныхъ понятій.

Наиболѣе часто и легче всего наблюдается превращеніе движенія въ тепло. Путемъ тренія, напр., двухъ кусковъ дерева дикари до сихъ поръ еще добываютъ огонь. Впрочемъ, не только дикари, но и мы вѣдь треніемъ («чирканьемъ») о поверхность воспламеняемъ спичку. Точно также отъ движенія (удара) получается тепло при наличности кремня и кресала. Исторія изученія превращаемости однихъ явленій въ другія и началась съ наблюденій за превращеніемъ движенія въ тепло.

Въ концѣ XVIII-го столѣтія графъ Румфордъ, наблюдая разогрѣваніе инструментовъ при сверленіи пушекъ, высказалъ вполнѣ правильное мнѣніе, что разогрѣваніе это не есть освобожденіе какого-то неизвѣстнаго «теплорода», какъ тогда думали, а представляетъ собой превращеніе видимаго движенія сверлящей машины въ невидимыя движенія частицъ стали, образующей пушку, и что *эти послѣднія движенія и есть то, что мы называемъ тепломъ*. Такъ былъ объясненъ всѣмъ знакомый переходъ движенія въ тепло путемъ тренія.

Около того же времени Уаттъ осуществилъ обратный переходъ: превращеніе тепла въ движеніе и работу въ паровой машинѣ. Полученіе электричества на счетъ движенія (въ машинѣ тренія) было извѣстно раньше, а въ 1820 г. Эрштедъ открылъ способность электрическаго тока отклонять стрѣлку компаса отъ ея направленія по меридіану.

Но все это были только разрозненныя попытки наблюденія и объясненія отдѣльныхъ явленій. Въ созданіи жа новаго направленія въ *общемъ пониманіи природы на первое мѣсто* слѣдуетъ поставить англичанина Фарадея (1791—1867), сына кузнеца, генія «милостію Божьей», всѣмъ обязаннаго только самому себѣ. Заинтересовавшись вопросомъ о превращаемости явленій, Фарадей сдѣлалъ его придметомъ сознательныхъ изысканій и нашелъ цѣлые ряды совершенно новыхъ соотношеній между самыми, казалось бы, несходными явленіями природы. Такъ, ему удалось, обратно Эрштеду, получить электрическій токъ путемъ движенія магнита около проволоки, затѣмъ получить токъ обратно движенія проволоки, а также найти если не прямое превращеніе, то все же *связь* между магнетизмомъ и свѣтомъ. Всѣ эти работы привели Фарадея и нѣкоторыхъ другихъ изслѣдователей къ признанію единства всѣхъ «силъ» природы, какъ говорили тогда, и къ мнѣнію о возможности превращенія ихъ другъ въ друга. Отсюда естественно было перейти къ вопросу о *количественной* сторонѣ этихъ переходовъ, о томъ, всегда ли изъ единицы даннаго явленія (данной «силы») получается опредѣленное количество другой «силы», другого явленія. Этотъ вопросъ былъ намѣченъ и разрѣшенъ другими, и такимъ образомъ высказанное раньше предположеніе обратилось въ чрезвычайной важности физическій законъ.

Тремъ лицамъ принадлежитъ первенствующая роль въ дѣлѣ установки этого закона. И на первомъ мѣстѣ долженъ быть поставленъ не ученый спеціалистъ и профессоръ, а скромный «простой» врачъ небольшого городка Гейльбронна въ Германіи, Юліусъ Робертъ Майеръ.

Въ 1842 г. въ майской книжкѣ журнала Либиха «Annalen der Chemie und Pharmacie» появилась статья Майера, озаглавленная «Замѣчанія о силахъ неодушевленной природы».

Содержаніе статьи доказываетъ, что явленіе, извѣстное нынѣ подъ именемъ «закона сохраненія энергіи», авторомъ сознано, выяснено, и охвачено со всѣхъ сторонъ. И это не съ одной только общей, философской стороны. Въ подкрѣпленіе своихъ взглядовъ Майеръ устанавливаетъ и числа, опредѣляющія, какое количество тепла получится изъ извѣстнаго количества движенія. Разбирая вопросъ о соотношеніи между теплотой и движеніемъ, онъ пишетъ:

«Подобно тому, какъ для полученія уравненія между силой паденія и движеніемъ необходимо путемъ опыта найти пространство, пройденное падающимъ

Рис. 139. Ю. Р. Майеръ.

тѣломъ въ опредѣленное время, точно также для рѣшенія уравненій между силою паденія и движеніемъ съ одной стороны и теплотою — съ другой, необходимо отвѣтить на вопросъ, «*какъ велико количество тепла, соотвѣтствующее опредѣленному количеству силы паденія или движенія*». Иными словами: мы должны найти, на какую высоту слѣдуетъ поднять грузъ опредѣленнаго вѣса, чтобы его сила паденія была равнозначна согрѣванію массы воды такого же вѣса отъ 0° и до 1°».

Одна постановка этой задачи есть величайшій шагъ въ исторіи физики, и за одну эту постановку Майеръ могъ бы считаться истиннымъ основателемъ механической теоріи теплоты. Но онъ этимъ не ограничился. Поставивъ задачу, онъ даетъ ея разрѣшеніе въ нѣсколькихъ словахъ. Не сдѣлавши ни одного опыта, не имѣя въ своемъ распоряженіи даже богатой библіотеки, Майеръ опредѣлилъ, что *паденію нѣкотораго вѣса съ высоты 365 метровъ соотвѣтствуетъ согрѣваніе такого же вѣса воды отъ 0° до 1°*, т. е. вычислилъ такъ называемый *механическій эквивалентъ теплоты*.

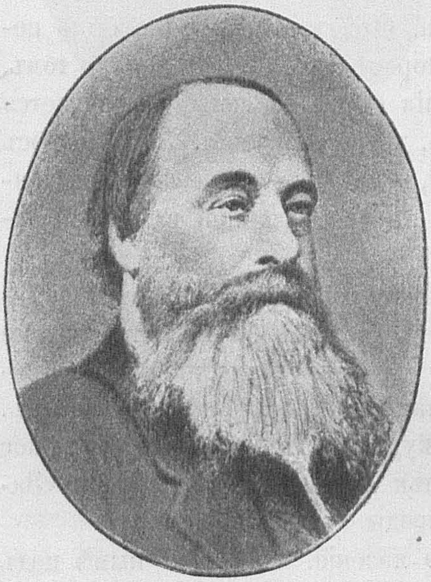


Рис. 140. Джоуль.

Какъ это, къ сожалѣнію, бываетъ даже въ наукѣ, профессіоналы-ученые не обратили никакого вниманія на статью «какого-то» Майера изъ захолустнаго городка Гейльбронна, и она прошла незамѣченной. Но въ слѣдующемъ 1843 г. на ту же тему прочиталъ свой докладъ въ собраніи британской ассоціаціи наукъ англійскій физикъ Джоуль, опредѣлившій механическій эквивалентъ теплоты опытнымъ путемъ. Къ выводамъ о связи между механической работой и теплотой Джоуль, впрочемъ, пришелъ независимо отъ Майера.

Докладъ Джоуля взволновалъ весь ученый міръ. Первоклассные физики приняли участіе въ разработкѣ вопроса; въ 1847 году появилось сочиненіе Гельмгольца «О сохраненіи силы» (*Ueber die erhaltung der Kraft*), гдѣ принципъ, извѣстный нынѣ подъ именемъ «закона сохраненія энергіи», получилъ изящную математическую обработку и былъ приложенъ къ разсмотрѣнію цѣлаго ряда физическихъ явленій.

Какъ только выяснилась вся важность новой теоріи, тотчасъ возникъ споръ, кому принадлежитъ *первенство* открытія. И тому самому Роберту Майеру, права котораго на первенство, какъ видимъ, были прямо-таки очевидны, пришлось испить горькую чашу. Его заслугъ не желали признавать. Ни Джоуль, ни Гельмгольцъ въ первыхъ своихъ работахъ не упоминали о Майерѣ, и когда онъ напечаталъ, въ 1849 г. (въ газетѣ «Augsburger Allgemeine Zeitung», считавшейся органомъ нѣмецкихъ профессоровъ) маленькую замѣтку, подъ заглавіемъ «Важное физическое открытіе», въ которой заявилъ о своемъ первенствѣ (такъ какъ нѣмецкіе ученые говорили исключительно о Джоулѣ), то ровно черезъ недѣлю въ той же газетѣ появилось возраженіе нѣкоего проф. Отто Зейфера, который заявилъ, что «диллетантскіе и сомнительнаго достоинства» труды Майера уже получили надлежащую (отрицательную) оцѣнку въ кругу истинно ученыхъ людей.

За Майера не заступился никто. Не заступился даже Гельмгольцъ, который имѣлъ возможность, хотя бы въ виду замѣтки Майера, прочитать обѣ его работы, въ особенности вторую работу, вышедшую въ 1845 г. и представляющую богатѣйшій матеріалъ для сужденія о томъ, какъ глубоко былъ охваченъ Майеромъ вопросъ объ энергіи и механической теоріи теплоты.

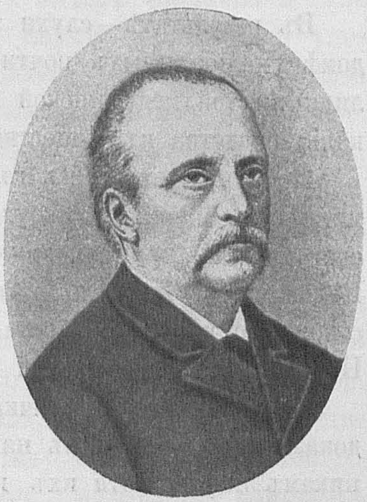


Рис. 141. Гельмгольцъ.

Будучи человѣкомъ нервнымъ и очень чуткимъ, Майеръ до такой степени былъ потрясенъ несправедливымъ къ нему отношеніемъ, что заболѣлъ нервной горячкой. Въ припадкѣ бреда, онъ выбросился изъ окна верхняго этажа и настолько повредилъ себѣ ноги, что еще черезъ 25 слишкомъ лѣтъ не могъ вполнѣ свободно ходить. Но преслѣдованія, которыя терпѣлъ Майеръ, этимъ не закончились. Послѣ вышеприведенной замѣтки Отто Зейфера со всѣхъ сторонъ пошли разговоры о томъ, что Майеръ страдаетъ умопомѣшательствомъ, что у него бредъ величія, и что его «навязчивая идея» (idée fixe) заключается въ томъ, будто онъ открылъ «какой-то» механическій эквивалентъ тепла. «Добрые друзья», убѣдили родственниковъ великаго человѣка, что его надо посадить въ домъ умалишенныхъ. И вотъ творецъ механической теоріи теплоты оказался въ домѣ умалишенныхъ! Когда онъ сталъ протестовать противъ такого насилія, то главный врачъ больницы, Целлеръ, велѣлъ держать его въ смирительномъ креслѣ. Дюрингъ, познакомившійся съ Майеромъ, говоритъ объ этомъ несчастномъ періодѣ въ его жизни:

«Самое ужасное заключалось въ томъ, что, спасая душу Майера отъ помѣшательства, врачи подвергали его тѣло истязаніямъ, при помощи спеціально приспособленныхъ для этого инструментовъ. Подробный разсказъ самого Майера объ этомъ еще до сихъ поръ настолько свѣжъ въ моей памяти, что душа моя наполняется чувствомъ величайшей горечи каждый разъ, когда я вспоминаю о немъ. Ужасъ охватилъ меня, когда Майеръ со всѣми подробностями изложилъ мнѣ технику тѣхъ истязаній, которыя ему пришлось перенести отъ всевозможныхъ смирительныхъ тисковъ. Онъ разсказалъ мнѣ, сколько лѣтъ пришлось ему лечиться отъ тѣхъ пораненій, которыя причинены были ему этими механизмами. И все это дѣлалось не потому, что Майеръ буйствовалъ (на что, какъ разъ, онъ, въ качествѣ здороваго человѣка, заключеннаго въ сумасшедшій домъ, имѣлъ бы полное право), а потому, что онъ въ рѣзкихъ и страстныхъ выраженіяхъ протестовалъ противъ совершеннаго надъ нимъ насилія»...

Въ результатѣ—слухи о сумасшествіи Майера, просидѣвшаго въ домѣ умалишенныхъ почти годъ, распространились повсюду, и онъ лишился той медицинской практики, которая давала ему раньше коекакія средства къ существованію.

Не лучше отнеслись къ Майеру и заграницей, въ Англіи, гдѣ, помимо его соперника Джоуля, участіе въ травлѣ скромнаго гейльбронскаго врача приняли такіе авторитеты науки, какъ Томпсонъ (лордъ Кельвинъ) и Тэтъ, побуждаемые къ тому, кажется, единственно чувствомъ во что бы то ни стало отстоять заслуги своего соотечественника. Полное признаніе заслуги Майера послѣдовало только послѣ его смерти.

Эта скорбная страничка изъ исторіи новѣйшей науки лучше всего доказываетъ, что и въ наши дни не легко иногда живется подвижникамъ науки, хотя ихъ и не привлекаютъ къ инквизиціонному трибуналу, какъ Джордано Бруно или Галилея. Впрочемъ, самолюбіе, честолюбіе, славолюбіе, зависть и всякія иныя подобныя страсти свойственны людямъ, на какихъ бы ступеняхъ научной высоты они ни стояли. И не намъ, обыкновеннымъ смертнымъ, осуждать великихъ людей за ихъ слабости, тѣмъ болѣе, что въ данномъ случаѣ несомнѣнно играло роль и другое обстоятельство. *Идея о сохраненіи энергіи къ началу 40-хъ годовъ прошлаго столѣтія носилась уже, можно сказать, въ воздухѣ физической науки.* Когда же явился человѣкъ, который воплотилъ эту идею въ слово, то многіе почувствовали, что онъ словно высказалъ ихъ собственныя мысли. Отсюда и споръ. Но оставимъ теперь въ сторонѣ этотъ споръ, чтобы сдѣлать нѣкоторыя заключительныя дополненія и разъясненія по вопросу объ энергіи.

Итакъ, научное естествознаніе нашихъ дней показываетъ, что всѣ явленія природы могутъ быть выражены въ единицахъ работы или соотвѣтствующей ей энергіи. За единицу же работы обыкновенно принимаютъ работу спуска груза вѣсомъ въ 1 килограммъ и при высотѣ спуска въ 1 метръ. Эта единица работы (и вмѣстѣ единица энергіи) носитъ названіе *килограммметра* и имѣетъ наиболѣе частое практическое примѣненіе. Въ строго научныхъ изысканіяхъ такая единица, однако, не принята, такъ какъ она носитъ характеръ нѣкоторой неопредѣленности. Въ нее входитъ *вѣсъ*. Но что такое вѣсъ? Это есть результатъ притяженія тѣла Землею. Но это притяженіе зависитъ, между прочимъ, и отъ разстоянія тѣла до центра Земли. Земля же не представляетъ собой точнаго шара. Поэтому разстояніе отъ поверхности до центра различно въ различныхъ мѣстахъ, а вмѣстѣ различна и сила притяженія или вѣсъ тѣлъ. Поэтому въ наукѣ обыкновенно употребляется другая искусственная единица работы, а именно: работа спуска *массы*, равной 1 кубическому сантиметру чистой воды (т.-е. равной нашему 1 грамму) съ высоты 1 сантиметра на такой планетѣ, которая сообщала бы этой массѣ ускореніе, равное 1 сант. въ секунду.

Такая искусственная единица работы называется *эргъ* (что значитъ по-гречески работа).

1 эргъ почти равенъ 1 миллиграммъ-сантиметру, т.-е. работѣ спуска 1 миллиграмма съ высоты 1 сантиметра. Эта единица очень мала, и поэтому на практикѣ пользуются единицей въ 10 милліоновъ разъ большей.

10 милліоновъ эргъ называются *джоулемъ*, въ честь Джоуля, установившаго точное численное соотношеніе между тепломъ и работой.

1 джоуль работы, совершаемой въ 1 сек., называется *уаттомъ*, въ честь изобрѣтателя паровой мишины Уатта. 100 уаттъ обозначаютъ иногда, какъ гектоуаттъ. Послѣднее названіе знакомо весьма многимъ по счетчикамъ, которыя ставятся въ помѣщеніяхъ, освѣщаемыхъ электрическими лампами. Эти счетчики показываютъ изросходованное количество электричества, которое, значитъ, перечисляется въ нихъ уже прямо на единицы энергіи. По числу ихъ взимается съ потребителей плата. Слѣдовательно, энергія составляетъ въ настоящее время предметъ торговли.

Электрическіе провода иногда портятся, тогда электричество частью уходитъ въ землю и тратится такимъ образомъ непроизводительно. Счетчики отмѣчаютъ и этотъ непроизводительный расходъ электричества также въ видѣ уаттовъ, т.-е. единицъ энергіи. Этотъ непріятный фактъ описываютъ словами, говоря иногда, что произошла «утечка» энергіи. Наконецъ, во многихъ мѣстахъ были уже случаи кражи энергіи, и судебные уставы многихъ государствъ должны были ввести особыя статьи, преслѣдующія воровство этого отвлеченнаго «нѣчто». Такъ непроизвольно само собой отвлеченное понятіе «энергія» одухотворяется, дѣлается предметомъ обиходнаго выраженія явленій, предметомъ торговли, предметомъ общественной жизни и т. д.

Сравнивая практическую единицу работы, килограмметръ, съ эргами джоулями и уаттами, найдемъ, что приблизительно:

1 килограмметръ равенъ почти 10 джоулямъ (или 100 милл. эргъ).
1 » въ секунду равенъ 10 уаттамъ.

75 килограмметровъ работы въ одну секунду составляютъ то количество работы, которую можетъ, какъ принимаютъ, совершить въ это время 1 лошадь. Это количество также принимаютъ за единицу работы, носящую названіе *лошадиной силы*, хотя вѣрнѣе было бы ее называть энергіей или работой лошади.

Указанными (или тѣсно связанными съ ними) единицами энергіи и работъ и оцѣниваются въ числахъ всѣ явленія природы.

Такъ, напримѣръ, дознано, что для полученія 1 единицы теплоты (большой калоріи, см. стр. 231) надо затратить около 425 килограмметровъ или 4 250 джоулей работы, и, наоборотъ, каждая затраченная единица теплоты даетъ 425 килограмметровъ работы. Это и есть числовое выраженіе того *механическаго эквивалента тепла* (или просто: термическій эквивалентъ, тепловой эквивалентъ), о которомъ мы уже говорили выше, и исходя изъ котораго развилось пышнымъ цвѣтомъ современное ученіе объ энергіи.

Какъ на образчикъ перевычисленій одного явленія въ другое, которыя можно производить при помощи введенныхъ въ практику единицъ энергіи или работы, укажемъ, напр., на слѣдующее:

Обыкновенная электрическая лампа при напряженіи, равномъ 100 единицамъ, пропускаетъ чрезъ себя въ 1 секунду полъединицы электричества, что составляетъ 50 уаттовъ. 50 уаттовъ равны $\frac{50}{750}=\frac{1}{15}$ лошадиной силы. Слѣдовательно одна лошадь, приводя въ движеніе электрическую машину, можетъ поддерживать свѣченіе всего 15-ти электрическихъ лампъ. Далѣе: 1 лошадиная сила соотвѣтствуетъ $\frac{3}{17}$ единицамъ тепла (калоріямъ), а такое количество тепла можетъ получиться отъ сгоранія $\frac{3}{102}$ грамма бѣлка, напр. овса. Значитъ для поддержанія своей работоспособности лошадь, говоря образно, должна сжигать въ себѣ ежесекундно не менѣе $\frac{3}{102}$ грамма овса и т. д.—перевычисленіе можно продолжить и дальше въ желательномъ направленіи.

Если мы, теперь, отъ исторіи возникновенія ученія объ энергіи и выясненія смысла этого понятія обратимся къ вопросу, откуда же берется эта энергія, и въ частности на Землѣ, то и придемъ опять къ тому, съ чего начали—къ Солнцу.

Источникомъ нашей жизни, какъ растительной, такъ и животной, равно какъ и источникомъ огромнаго большинства неорганическихъ процессовъ, совершающихся въ воздухѣ и на земной поверхности, является Солнце, та энергія его, которую оно въ видѣ лучей посылаетъ во всѣ стороны и, между прочимъ, на нашу землю.

Внимательный читатель, вѣроятно, помнитъ, что нѣсколькими страницами выше мы начали рѣчь только о теплѣ, излучаемомъ Солнцемъ. Теперь мы имѣемъ право нашу точку зрѣнія расширить и говорить вообще о солнечной энергіи.

Количество лучистой энергіи, падающей отъ Солнца на единицу земной поверхности, зависитъ отъ наклона лучей, отъ состоянія атмосферы (облачность) и т. п. Въ лучшемъ случаѣ оно равно $^1/_3$ един. тепла на 1 кв. метръ въ 1 сек. На 1 десятину, равную 11 тыс. кв. метрамъ, это составитъ около 4.000 единицъ тепла, что приблизительно равно 20 000 лошадиныхъ силъ.

Если бы вся эта энергія была поглощена растущими на этой десятинѣ растеніями и превращена въ бѣлокъ въ видѣ зерна, то это составило бы (4 000 : 6) около 600 гр., т.-е. приблизительно $1^1/_2$ фунта на наши мѣры. Такимъ образомъ, лучъ Солнца, освѣтившій на 1 секунду 1 десятину поля, въ эту секунду можетъ дать $1^1/_2$ фунта хлѣба, и это абсолютный предѣлъ,—выше него производительность Земли не можетъ быть поднята.

Вторымъ и весьма значительнымъ источникомъ энергіи на Землѣ являются скопленія каменнаго угля, представляющаго собою остатки нѣкогда жившихъ на Землѣ растеній. Человѣчеству слѣдовало бы постоянно помнить, что эти источники далеко не безграничны и по мѣрѣ расходованія ихъ истощаются. По существу это та же солнечная энергія, скопленная въ предыдущія геологическія эпохи.

Третьимъ источникомъ, значеніе котораго въ послѣднее время практически все болѣе и болѣе увеличивается, являются водопады, запруды рѣкъ и озеръ. При посредствѣ разнаго вида водяныхъ колесъ, турбинъ и т. п. эта энергія (бѣлый уголь) въ настоящее время также можетъ быть превращена въ электричество, которое по проволокамъ можно передавать на значительныя разстоянія, гдѣ его опять возможно превратить въ движеніе, тепло, химическіе процессы и т. д. И этотъ источникъ опять-таки есть не что иное, какъ преобразованная и накопленная съ теченіемъ временъ энергія Солнца. Лучи его нагрѣваютъ воды морей и океановъ, обращаютъ ихъ въ паръ и разносятъ по лицу Земли, образуя на горахъ и возвышенностяхъ запасы воды въ видѣ снѣга и озеръ, дающихъ начало рѣкамъ и водопадамъ. Наиболѣе богатыми источниками энергіи этого рода въ Европѣ являются Швейцарія, Скандинавскій полуостровъ и Финляндія.

Очень значительный, хотя почти и неиспользованный, источникъ энергіи составляютъ морскіе приливы и отливы, причиной которыхъ служитъ то же самое Солнце, а равно и спутница Земли—Луна».

Притягивая Землю и заставляя ее мчаться по эллиптической орбитѣ съ быстротой 29,7 километровъ въ секунду, Солнце дѣлаетъ носительницей части міровой энергіи и самую Землю. Если бы наша Земля внезапно остановилась, ударившись, напр., о какую либо преграду, то энергія ея движенія перешла бы въ тепло, которое мгновенно накалило бы Землю до температуры въ сто тысячъ градусовъ, т. е. обратило бы ее во мгновеніе ока въ тончайшій раскаленный газъ.

Но убѣждаясь, что мы «живемъ, движемся и есмы» за счетъ Солнца, отдающаго намъ только ничтожнѣйшую долю своей энергіи (меньше одной двухбиліонной части) и разсылающаго остальное въ пространство и на остальныя планеты, и не замѣчая въ теченіе всего историческаго существованія человѣчества никакого оскудѣнія этой энергіи, мы приходимъ, опять-таки, къ затронутому уже раньше вопросу: откуда же само Солнце черпаетъ эту свою энергію, излучаемую имъ, казалось бы, со столь безумной расточительностью?

Было упомянуто уже, что если бы на Солнце ежегодно падало столько метеоровъ, чтобы общая ихъ масса равнялась одной сотой массы Земли, то развиваемаго при этомъ тепла было бы достаточно для пополненія солнечной энергіи, и другого источника не требовалось бы. Но такое предположеніе неосновательно—прежде всего потому, что подобнаго огромнаго потока метеоритовъ вблизи солнечной системы не существуетъ.

Болѣе остроумную и правдоподобную гипотезу объ источникѣ солнечной энергіи высказалъ Гельмгольцъ. Солнечная система, по его мнѣнію, образовалась изъ первичной туманности, благодаря сжатію или сгущенію этой туманности. При такомъ сжатіи, т. е. въ сущности *паденіи* частичекъ вещества къ центру туманности, необходимо образуется огромное количество теплоты, и такимъ образомъ стало возможнымъ ея лучеиспусканіе. Солнце и теперь, по предположенію Гельмгольца, продолжаетъ уменьшаться въ своемъ объемѣ. Оно сжимается, и благодаря этому *постоянно* поддерживается его лучеиспусканіе. Діаметръ Солнца по Гельмгольцу уменьшается на 16 дюймовъ въ 24 часа. Этого сокращенія совершенно достаточно, чтобы теплота Солнца ежесекундно могла расходоваться съ той изумительной щедростью, о которой мы уже говорили. Но діаметръ Солнца равенъ приблизительно 1 400 000 километрамъ (1 300 000 верстамъ). Сокращеніе такой огромной длины на какихъ-либо 16 дюймовъ въ сутки для насъ совершенно незамѣтно. Никакими инструментами нельзя уловить сокращенія солнечнаго поперечника и за болѣе продолжительные періоды времени. Если взять, наприм., промежутокъ въ 40 000 лѣтъ, то поперечникъ Солнца долженъ сократиться на большую, повидимому, величину около 6 000 верстъ. Солнце, станетъ, конечно, меньше своей теперешней величины. Но, чтобы замѣтить это уменьшеніе, нужны самыя точныя телескопическія измѣренія. Это тоже даетъ понятіе о величинѣ Солнца. Гальмгольцъ, напр., вычислилъ, если оно отъ настоящей своей плотности, которая въ 4 раза менѣе плотности Земли, сожмется до земной плотности, что при этомъ разовьется такое количество теплоты, котораго хватитъ на покрытіе потерь лучеиспусканія въ теченіе 17 милліоновъ лѣтъ!..

Столько же приблизительно лѣтъ жизни (если принять предположеніе Гельмгольца за достовѣрное) солнечная система уже имѣетъ позади? Если считать сжатіе единственнымъ источникомъ пополненія солнечной энергіи, то для прошлой и будущей жизни всей солнечной системы вычисленіемъ дается время въ 40—35 милліоновъ лѣтъ. Но съ этимъ «короткимъ» періодомъ не могутъ согласиться, напримѣръ, геологи, которые время одной органической жизни на Землѣ исчисляютъ въ сотни и даже тысячи милліоновъ лѣтъ.

Такимъ образомъ ни паденіе метеорныхъ потоковъ, ни постоянное сжатіе, ни химическіе процессы въ отдѣльности не даютъ удовлетворительнаго объясненія источниковъ поддержанія солнечной энергіи. Совокупность всѣхъ этихъ причинъ тоже мало помогаетъ дѣлу. Быть можетъ, помимо ихъ въ процессѣ развитія солнечной энергіи играетъ немалую роль и *радій*, тотъ самый элементъ радій, открытіе котораго произвело такой переворотъ въ нашихъ понятіяхъ о строеніи вещества. Все можетъ быть... Пока же мы стоимъ предъ величественной и сложной загадкой. Будемъ надѣяться, что разрѣшеніе ея не превыситъ силъ и средствъ познавательной способности человѣчества.

Не менѣе огромно, чѣмъ тепловое, и свѣтовое излученіе Солнца. Намъ приходилось уже коснуться нѣсколько этого вопроса, когда шла рѣчь о сравненіи солнечнаго свѣта со свѣтомъ неподвижныхъ звѣздъ. Къ сказанному добавимъ, что на земной поверхности при ясномъ небѣ и большой высотѣ Солнца надъ горизонтомъ свѣтовое излученіе его опредѣлено въ 288 000 метро-свѣчей, т. е. солнечный свѣтъ такъ же силенъ, какъ свѣтъ 288 тысячъ нормальныхъ свѣчей, на разстояніи 1 метра! По измѣреніямъ ученаго Бонда, чтобы замѣнить свѣтъ Солнца, понадобилось бы около полмилліона полныхъ Лунъ, а по Цёлльнеру для этого понадобилось бы не менѣе 5 000 милліоновъ звѣздъ первой величины. Только самая сильная электрическая свѣтовая дуга, которую до сихъ поръ удалось получить, слабѣе такой же точки на поверхности Солнца уже не въ тысячи и сотни, а только въ десятки или просто въ нѣсколько разъ. Но только сравнительно ничтожная часть солнечнаго свѣта идетъ на освѣщеніе семьи планетъ нашей системы. Остальное уносится въ междузвѣздное пространство,—туда, гдѣ обитатели другихъ звѣздныхъ системъ, быть можетъ, наблюдаютъ наше Солнце въ видѣ слабой свѣтящейся точки, и дѣлая, быть можетъ, изысканія относительно размѣровъ и массы нашего свѣтила, отводятъ ему въ цѣпи мірозданія весьма скромную и небольшую роль. И дѣйствительно наше Солнце, величественный повелитель цѣлой области вселенной, предъ неизсякаемой мощностью энергіи котораго цѣпенѣетъ человѣческій умъ, по сравненію, напр., съ Сиріусомъ (см. рис. 142), представляется совсѣмъ таки скромнымъ небеснымъ свѣтиломъ. Вотъ еще одинъ штрихъ, подчеркивающій относительную ничтожность всего предъ общей картиной и безпредѣльностью мірозданія.

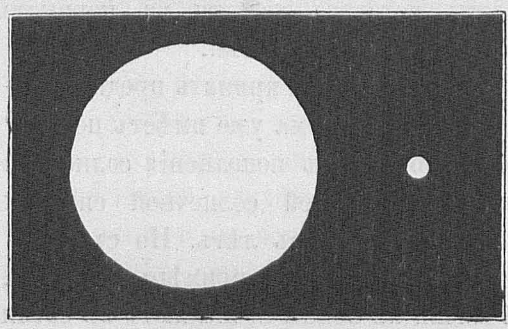


Рис. 142. Сравнительная величина Сиріуса (налѣво) и нашего Солнца (направо).

Изъ *химическихъ* воздѣйствій солнечной лучистой энергіи укажемъ на ея первенствующую и созидательную роль въ области развитія и произрастанія растеній, на способность солнечнаго свѣта убивать вредныхъ для здоровья бактерій, и тѣмъ оздоравливать воздухъ, и на такіе фотохимическіе процессы, какъ фотографія и проч.

Впрочемъ, мы долго бы не окончили, если бы мало-мальски подробно коснулись дѣятельности Солнца, какъ возбудителя химическихъ процессовъ въ области земной жизни. Объ этомъ можно написать да и пишутся цѣлыя книги, къ которымъ и отсылаемъ любознательнаго читателя. Сейчасъ же сдѣлаемъ попытку ознакомиться съ Солнцемъ съ тѣхъ сторонъ, о которыхъ говорятъ намъ визуальныя наблюденія (т. е. наблюденія просто глазомъ или въ телескопъ), фотографія и спектральный анализъ. Предъ очами пытливыхъ изслѣдователей здѣсь опять разстилаются новые горизонты. Открывается міръ грандіозной и величественной дѣятельности, міръ неустанной стихійной борьбы, полной загадокъ и таинственности. Поскольку наука могла проникнуть въ этотъ міръ,—дѣло рисуется въ слѣдующихъ чертахъ.

Прежде всего несомнѣнно, что Солнце окружено *атмосферой*. При сравненіи яркости различныхъ мѣстъ солнечнаго диска обнаруживается, что центръ этого диска почти вдвое ярче краевъ. Убываніе свѣта идетъ особенно быстро у самыхъ краевъ диска, при чемъ замѣтно также и различіе въ окраскѣ: ярко блистающее въ центрѣ Солнце по краямъ отливаетъ красноватымъ или желтоватымъ цвѣтомъ. Это доказываетъ, что свѣтъ, идущій отъ поверхности Солнца, отчасти поглощается окружающей его атмосферой. Такъ какъ Солнце есть шаръ, то лучъ свѣта, выходящій отвѣсно изъ его центра къ нашему глазу, проходитъ меньшую толщу своей атмосферы, чѣмъ лучъ, идущій отъ края Солнца косо къ его поверхности. Этотъ послѣдній лучъ проходитъ большую толщу атмосферы и поглощается ею больше, при чемъ солнечная атмосфера поглощаетъ сильнѣе зеленые, голубые и фіолетовые цвѣта, красные же менѣе. Поэтому отъ краевъ солнечнаго диска къ намъ доходятъ лучи съ болѣе красноватымъ оттѣнкомъ.

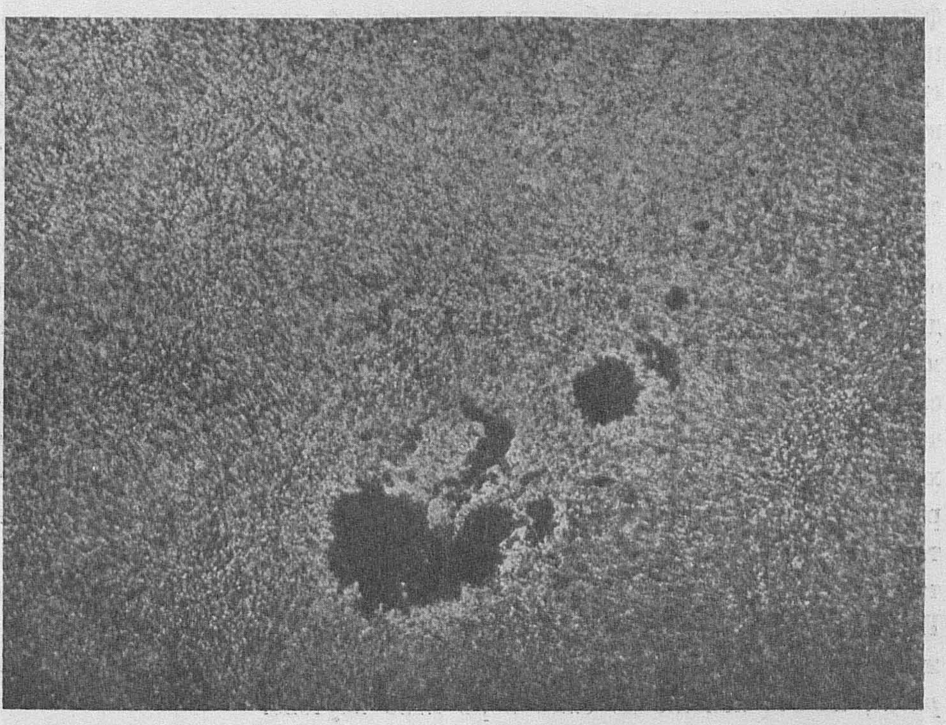


Рис. 143. Солнечная грануляція и группа пятенъ по фотографіямъ Жансена 1881 г. въ Медонской обсерваторіи близъ Парижа.

Такимъ образомъ лучъ солнечнаго свѣта, прежде чѣмъ попасть въ нашъ глазъ, претерпѣваетъ двойное поглощеніе. Частью онъ ослабляется въ атмосферѣ Солнца, частью въ земной. И все же сила солнечнаго свѣта, какъ мы видимъ, огромна.

О внутреннемъ строеніи Солнца, о его *ядрѣ* можно пока строить только болѣе или менѣе правдоподобныя предположенія и догадки. Непосредственному же наблюденію доступна только внѣшняя солнечная поверхность и происходящіе въ ней и надъ ней процессы и образованія.

Лучи свѣта посылаетъ намъ та лучезарная оболочка Солнца, которая носитъ названіе *фотосферы*. Простому глазу она представляется совершенно сплошной и однородной ослѣпительной сіяющей поверхностью. Но телескопъ открываетъ, что фотосфера на самомъ дѣлѣ имѣетъ, какъ говорятъ, «грануляціонное» (зернистое) строеніе. Другими словами: фотосфера состоитъ изъ облаковъ раскаленной матеріи, словно плавающихъ въ другой менѣе блестящей средѣ. Величина этихъ «облаковъ» громадна, хотя въ телескопъ кажется, будто бы въ какой-то жидкости въ неизмѣримомъ количествѣ плаваютъ страшно перепутанныя между собой «рисовыя зерна», впрочемъ зерна весьма неправильной и измѣнчивой формы (см. рис. 143 и 144).

Точныя измѣренія показываютъ, что такія зерна могутъ занимать отъ одной до трехъ секундъ дуги солнечной поверхности, слѣдовательно діаметръ ихъ на самомъ дѣлѣ можетъ доходить до двухъ тысячъ километровъ. Необычайно быстры измѣненія формы зеренъ: фотографическіе снимки одного и того же мѣста солнечной поверхности, сдѣланные всего черезъ 10—15 минутъ одинъ послѣ другого даютъ совершенно непохожія одна на другую картины. Обнаружены также (но не всегда) передвиженія зеренъ по поверхности, а также распаденія ихъ на сравнительно небольшія (около 200 километровъ въ поперечникѣ) весьма яркія тѣльца, служащія, повидимому, главнымъ источникомъ солнечнаго свѣта. Промежутки между зернами, какъ уже упомянуто, болѣе темны, иногда же имѣютъ видъ глубокихъ и темныхъ «отверстій», называемыхъ *порами*, но это явленіе до сихъ поръ мало изучено.

Самое правдоподобное объясненіе фотосферы состоитъ въ томъ, что это есть слой газовой оболочки Солнца наполненный раскаленными до ослѣпительнаго свѣченія, но сгущенными парами и газами различныхъ простыхъ тѣлъ (элементовъ), входящихъ въ составъ свѣтила. Вслѣдствіе восходящихъ теченій въ солнечной атмосферѣ облака эти имѣютъ видъ протянувшихся вверхъ вертикальныхъ колоннъ. Верхушки этихъ колоннъ парятъ въ болѣе охлажденномъ и отчасти поглощающемъ ихъ свѣтъ слоѣ солнечной поверхности. Онѣ-то, эти верхушки, и представляются намъ «зернами», и создаютъ представленіе о «грануляціонномъ» строеніи солнечной поверхности. Эту грануляцію сравниваютъ также съ перистыми облаками нашей атмосферы. По теоріи Гельмгольца, эти послѣднія возникаютъ вслѣдствіе образованія воздушныхъ волнъ на границѣ двухъ атмосферныхъ теченій, направленныхъ въ разныя стороны.

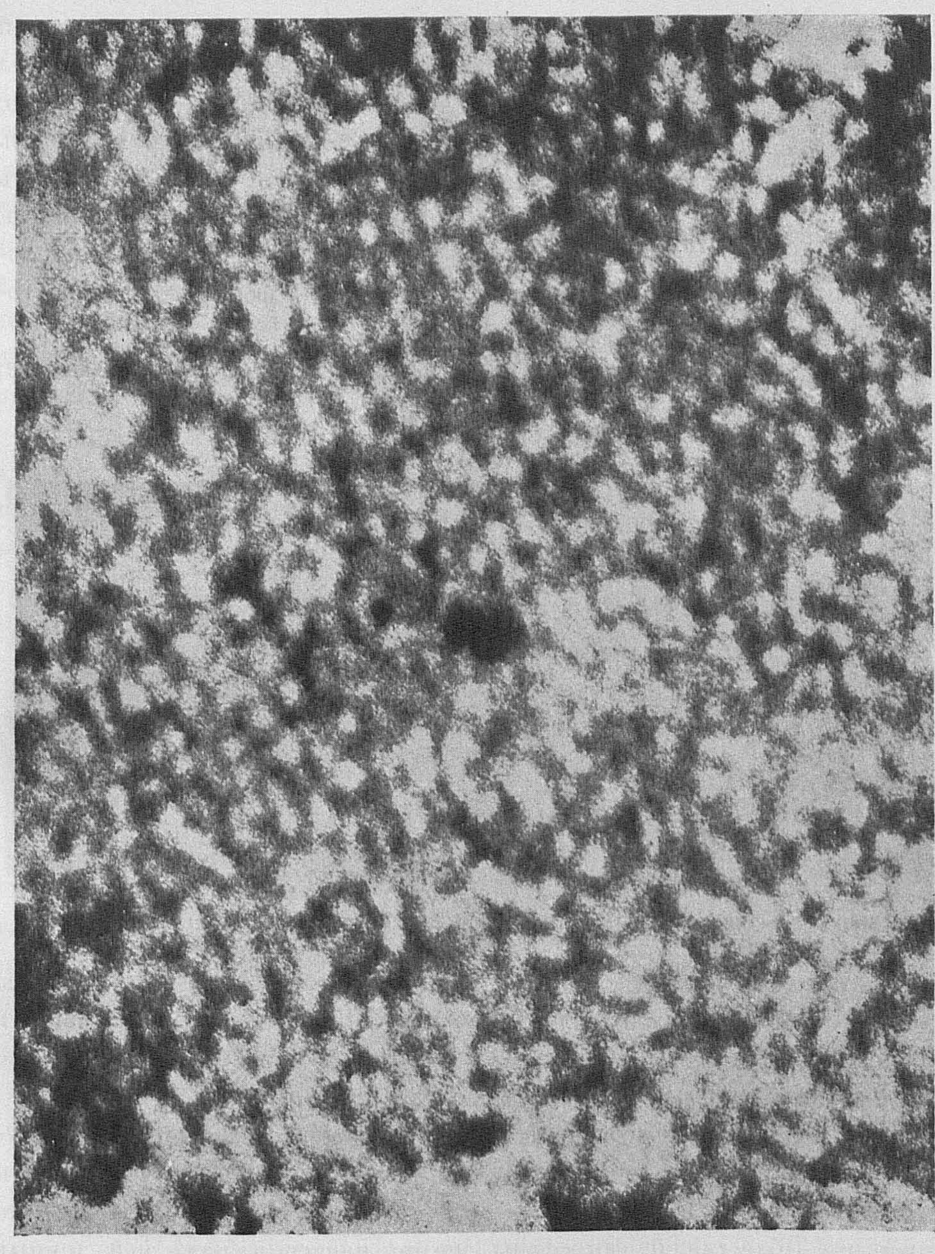


Рис. 144. Солнечная фотосфера 25 іюня 1905 г. по фотографическому снимку А. П. Ганскаго.

Кромѣ зеренъ на фотосферѣ наблюдаются яркія образованія самыхъ причудливыхъ очертаній, носящія имя *факеловъ*. Размѣры ихъ часто огромны, по нѣсколько десятковъ тысячъ километровъ въ поперечникѣ. Иной такой факелъ площадью во много превосходитъ наши земные материки. Образованія эти отчетливѣе всего видны вблизи краевъ Солнца. Въ центрѣ же солнечнаго диска они теряются въ общей массѣ свѣта фотосферы, хотя усовершенствованія спекральныхъ методовъ наблюденій позволяютъ ихъ наблюдать въ наши дни въ любомъ ихъ положеніи на Солнцѣ. Форма факеловъ измѣняется необычайно быстро, что, конечно, затрудняетъ ихъ наблюденіе и изученіе. Несомнѣнна также ихъ связь съ *солнечными пятнами* и съ *протуберанцами*, о которыхъ сейчасъ будемъ говорить. Примѣненіе фотографіи и спекральнаго анализа къ изученію факеловъ дѣлаетъ вѣроятнымъ заключеніе, что факелы нѣсколько приподняты надъ общимъ уровнемъ фотосферы—это, грубо говоря, ея горы.

Съ факелами сходны по внѣшнему виду клочковатыя образованія, носящія названія *флоккуловъ*.

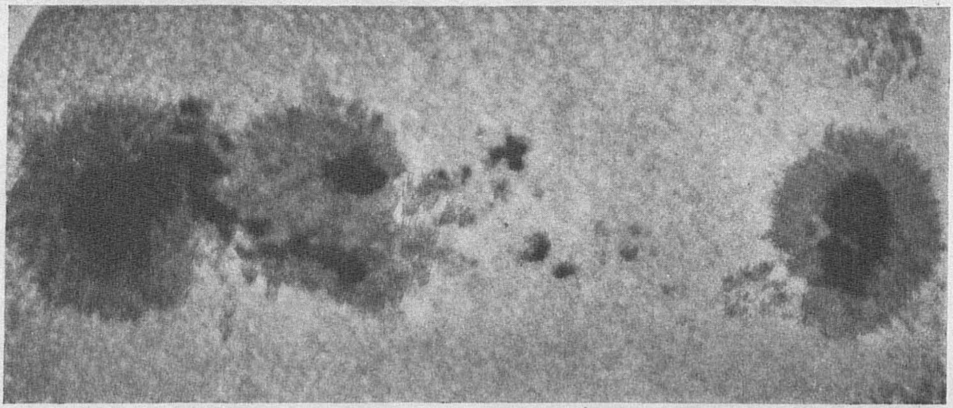


Рис. 145. Солнечное пятно 25 іюня 1905 г. по снимку А. П. Ганскаго.

Какъ только былъ изобрѣтенъ телескопъ, тотчасъ же были открыты и *солнечныя пятна*. Галилей, Фабриціусъ и Шейнеръ съ равнымъ правомъ могутъ претендовать на это открытіе, обогатившее человѣчество прежде всего... поговоркой: «и на Солнцѣ есть пятна!»

Въ капризномъ и измѣнчивомъ морѣ зеренъ, факеловъ и флоккуловъ фотосферы часто наблюдаются тоже самой иногда причудливой и измѣнчивой формы совершенно «черныя» образованія. Не то это какіе-то «прорывы» блестящей фотосфоры, не то нависшія надъ ней темныя облака, не то «углубленія»,—можно приводить разныя сравненія. Подлинная природа и причина образованія пятенъ, какъ, положимъ, и все почти на Солнцѣ, достовѣрно не выяснена.

Центральная часть подобнаго пятна кажется совсѣмъ темною по сравненію съ фотосферой. На самомъ же дѣлѣ цвѣтъ ея темнокрасный и въ 500 разъ сильнѣе свѣта полной Луны; но такова сила контраста: пятно кажется имѣющимъ темное *ядро*. Это темное ядро окружено полутѣнью. Пятна на фотосферѣ появляются то въ одиночку, то групнами. Они движутся, мѣняютъ форму, одно пятно можетъ разбиться на нѣсколько другихъ и наоборотъ нѣсколько — слиться въ одно... Вообще наблюденія надъ солнечными пятнами принадлежатъ къ числу самыхъ интересныхъ, и любители астрономіи часто ими увлекаются.

Открытіе солнечныхъ пятенъ показало прежде всего, что, появляясь на восточной сторонѣ солнечнаго диска, они двигаются затѣмъ къ его средней части и далѣе исчезаютъ на западѣ, чтобы вновь появиться на востокѣ диска. Это привело къ доказательству вращенія Солнца около собственной оси и къ опредѣленію времени этого вращенія. Остановимся попутно на этомъ послѣднемъ обстоятельствѣ.

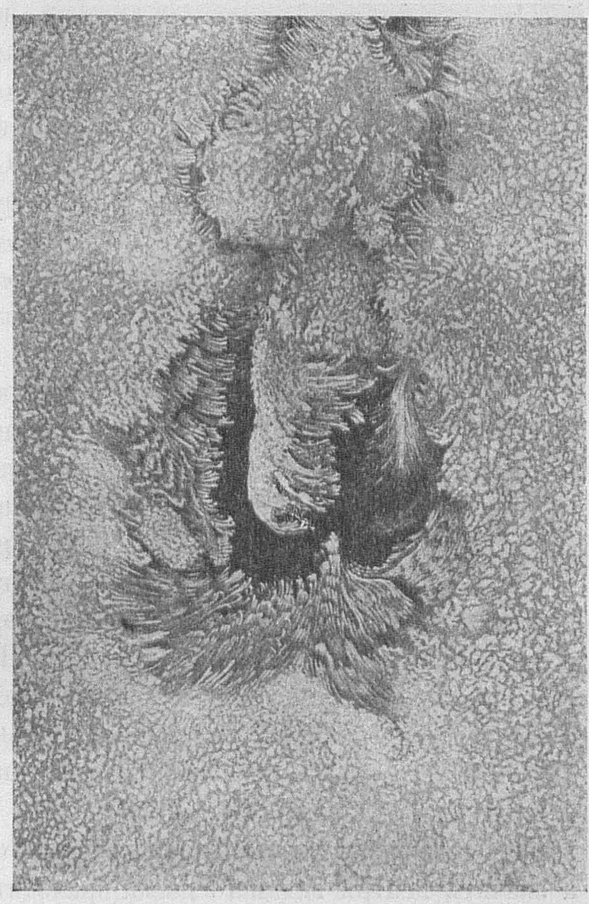


Рис. 146. Солнечное пятно. По рисунку Ланглея 23—25 декабря 1873 г.

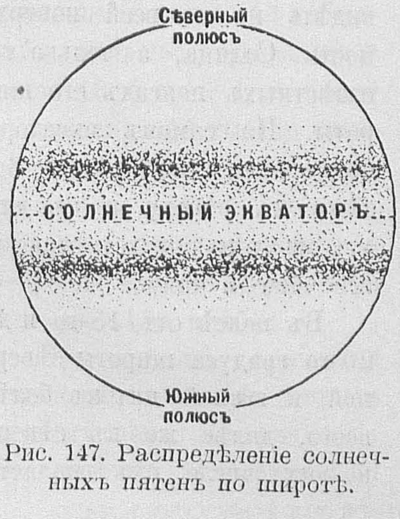


Рис. 147. Распредѣленіе солнечныхъ пятенъ по широтѣ.

Время обращенія Солнца около собственной оси составляетъ приблизительно 25 сутокъ. По аналогіи съ земными обозначеніями оконечности воображаемой солнечной оси названы солнечными *полюсами*. Большой кругъ, проведенный на равномъ разстояніи отъ полюсовъ названъ солнечнымъ *экваторомъ*. На солнечной сферѣ проводятся свои солнечные меридіаны и параллельные экватору круги, такъ что любое мѣсто солнечной поверхности можно опредѣлить съ помощью солнечной или *геліоцентрической* широты и долготы. Такъ

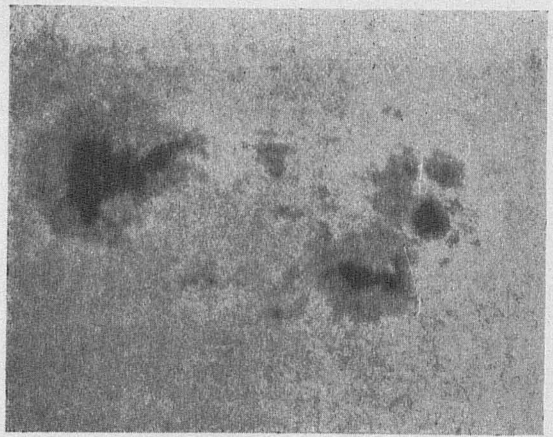


Рис. 148. Жизнь солнечнаго пятна въ теченіе 4-хъ дней. I. Солнечное пятно по снимку А. П. Ганскаго 29 іюля 1906 г. въ 4 часа 3 минуты дня.

какъ окружность солнечнаго экватора въ 109 разъ больше окружности земного экватора, то, зная время обращенія Солнца вокругъ оси, можно разсчитать, что каждая точка солнечнаго экватора движется съ быстротой около двухъ километровъ въ секунду.

Но самая интересная, быть можетъ, особенность солнечнаго вращенія состоитъ въ томъ, что разные пояса его поверхности совершаютъ оборотъ вокругъ оси не въ одно время. Поясъ у экватора движется быстрѣе всего. Точка на солнечномъ экваторѣ совершаетъ свой полный круговой оборотъ въ 25,1 дня. На широтѣ 45 градусовъ отъ солнечнаго экватора время полнаго обращенія соотвѣтствующаго пояса фотосферы опредѣляютъ уже приблизительно въ $27^1/_2$ дней.

Съ плоскостью земной орбиты солнечный экваторъ не совпадаетъ, а наклоненъ къ ней около 6 градусовъ. Расположенъ онъ такъ, что весной сѣверный полюсъ Солнца прячется отъ насъ за край диска на 6°, а значитъ центръ видимаго диска приходится на столько же градусовъ южнѣе солнечнаго экватора. Осенью получается обратное.

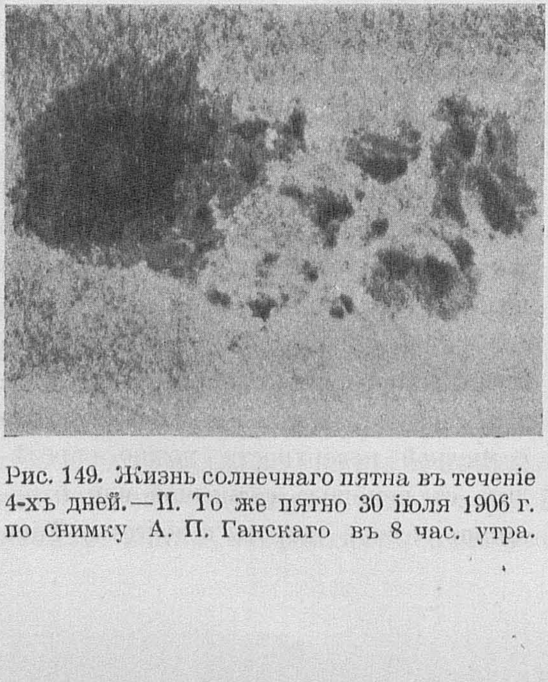


Рис. 149. Жизнь солнечнаго пятна въ теченіе 4-хъ дней.—II. То же пятно 30 іюля 1906 г. по снимку А. П. Ганскаго въ 8 час. утра.

Возвратимся къ пятнамъ. Оказывается, что ихъ можно видѣть не по всей поверхности Солнца, а только въ извѣстныхъ поясахъ его широты. На самомъ экваторѣ они сравнительно рѣже. Затѣмъ къ сѣверу и къ югу отъ экватора они встрѣчаются все чаще и чаще.

Въ поясѣ отъ 15-го и до 20-го градуса широты сѣверной и южной пятенъ болѣе всего, далѣе же къ сѣверу и югу число ихъ падаетъ

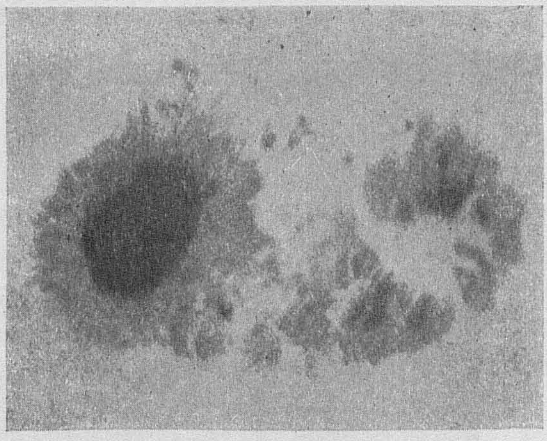


Рис. 150. Жизнь солнечнаго пятна въ теченіе 4-хъ дней.—III. Снимокъ А. П. Ганскаго того же пятна 31 іюля 1906 г. въ 9 ч. 11 мин. утра.

опять, а за сороковымъ приблизительно градусомъ солнечной широты пятна уже почти не встрѣчаются Рис. 147 даетъ наглядное представленіе какъ о всемъ поясѣ появленія пятенъ, такъ и объ областяхъ ихъ наиболѣе частаго появленія.

По сравненію съ быстро преходящими явленіями факеловъ пятна отличаются большей продолжительностью существованія. Бываютъ, правда, пятна, насчитывающія не болѣе нѣсколькихъ часовъ жизни, но нерѣдко пятна существуютъ по нѣскольку недѣль и даже мѣсяцевъ. Извѣстенъ даже случай, когда пятно существовало полтора года (1840—1841 г.). Но само пятно обыкновенно непрерывно измѣняетъ свою форму. Очевидно, что въ немъ и вокругъ него кипитъ самая напряженная и могучая дѣятельность. Около пятенъ чаще всего наблюдаются и факелы.

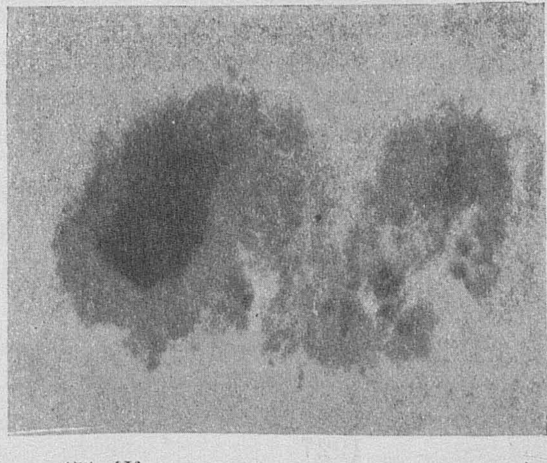


Рис. 151. Жизнь солнечнаго пятна въ теченіе 4-хъ дней.—IV. Снимокъ А. П. Ганскаго того же пятна 7 авг. 1906 г. въ 7 час. 11 мин. утра.

Размѣры пятенъ чрезвычайно разнообразны—отъ нѣсколькихъ тысячъ и до 230 000 километровъ въ поперечникѣ (пятно 1858 года). Пятна съ поперечниками въ 150—200 тысячъ километровъ сравнительно нерѣдки. Подобныя пятна при помощи закопченнаго стекла легко наблюдать невооруженнымъ глазомъ. Быть можетъ, кто-либо изъ нашихъ читателей наблюдалъ большое февральское пятно 1905 года? Оно имѣло въ ширину 180 тысячъ километровъ, т. е. въ 15 разъ превышало земной діаметръ, и о немъ довольно много и подробно писали въ газетахъ (см. рис. 152 и 153).

Во времени появленія солнечныхъ пятенъ открыта несомнѣнная періодичность. Въ теченіе приблизительно

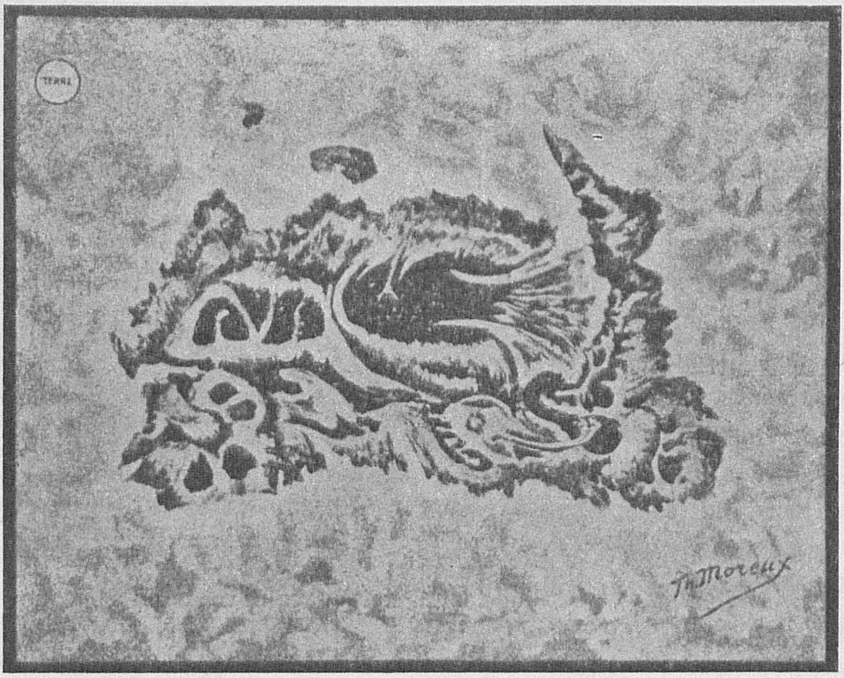


Рис. 152. Большое пятно 1905 г. По снимку 3-го февраля рис. Moreux. Кружокъ налѣво сверху представляетъ сравнительную величину Земли.

11 лѣтъ и 40 дней наблюдается появленіе наибольшаго и наименьшаго числа ихъ. Бываютъ годы, въ теченіе которыхъ пятна почти не появляются. Такъ, напр., было въ 1889 г. и затѣмъ снова въ 1900 г. Въ слѣдующій затѣмъ годъ ихъ появляется немного больше, и затѣмъ число ихъ все увеличивается изъ году въ годъ лѣтъ пять. Затѣмъ ихъ количество годъ за годомъ становится все меньше, пока не закончится полный кругъ, когда оно снова начнетъ возростать. Эти измѣненія были прослѣжены вплоть до временъ Галилея. Годами наибольшаго и наименьшаго числа ихъ или, какъ говорятъ, годами maximum'овъ и minimum'овъ солнечной дѣятельности въ ближайшемъ прошломъ и будущемъ, являются, значитъ, слѣдующіе:

наибольшее	наименьшее
1871	1878
1882	1889
1893	1900
1905	1911
1916	1922
1927	1933

Заслуживаетъ величайшаго вниманія та связь, которая установлена между періодичностью пятенъ и періодичностью же нѣкоторыхъ явленій на Землѣ. Годы, наиболѣе богатые солнечными пятнами, стоятъ, повидимому, въ какомъ-то соотношеніи съ годами наиболѣе сильныхъ землетрясеній, наиболѣе сильныхъ тропическихъ бурь и наибольшаго количества дождей на Землѣ. Точно также отмѣчаютъ соотвѣтствіе между развитіемъ количества солнечныхъ пятенъ и появленіемъ на крайнихъ высотахъ нашей атмосферы перистыхъ облаковъ. Профессоръ Бредихинъ и другіе на основаніи весьма вѣскихъ данныхъ установили связь сильныхъ изверженій, происходящихъ на Солнцѣ, съ появленіемъ на Землѣ сѣверныхъ сіяній и т. д. Въ подобной связи нѣтъ, впрочемъ, ничего удивительнаго. Если вся жизнь и развитіе на Землѣ зависятъ исключительно отъ солнечной теплоты и свѣта, то естественно, что всякое крупное измѣненіе на Солнцѣ должно неизбѣжно отзываться и на Землѣ. Но объ этомъ придется еще говорить—и не разъ.

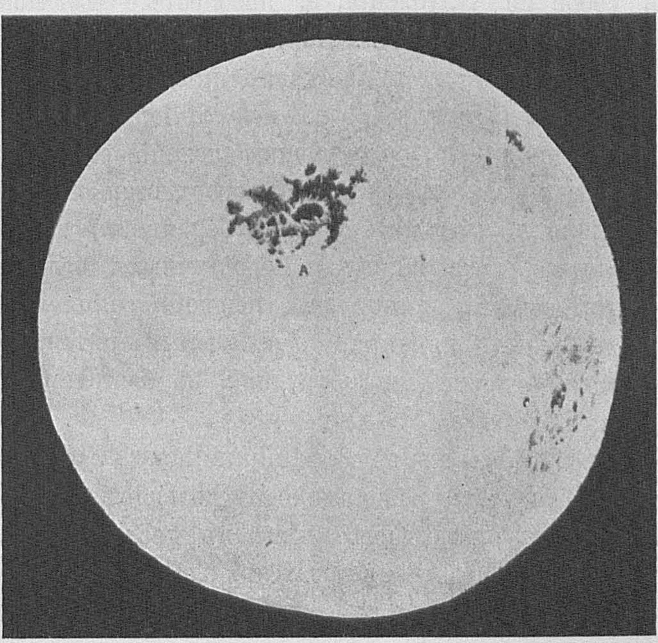


Рис. 153. Площадь того же пятна 3-го февраля 1905 г., что и на рис. 162, по сравненію со всѣмъ солнечнымъ дискомъ.

Пятна на Солнцѣ наблюдаются уже вѣками со всѣмъ усердіемъ и тщательностью, на которыя только способна наука. Сдѣланы, какъ видимъ очень важные выводы и наблюденія. Однако вопросъ объ истинной природѣ ихъ—вопросъ спорный и неразрѣшенный до сихъ поръ, несмотря на то, что на помощь науки и здѣсь пришелъ могущественный спектроскопъ.

Солнечныя пятна связаны съ фотосферой и участвуютъ въ движеніи этой поверхности Солнца—это можно считать установленнымъ несомнѣнно. Далѣе, спектральныя наблюденія доказываютъ, что въ образованіи пятенъ весьма важную роль играютъ огромныя скопленія сравнительно охлажденныхъ газовъ и паровъ, производящихъ поглощеніе, а потому и помраченіе того свѣта, который находится подъ пятнами.

Но что такое самыя пятна—углубленія ли это въ фотосферѣ, или возвышенія? Въ наукѣ долгое время держалось мнѣніе астронома Уильсона, что пятна—углубленія солнечной поверхности, а полутѣнь вокругъ нихъ есть не что иное, какъ пологіе скаты этого углубленія. Но появились не менѣе, а быть можетъ, и болѣе сильные доводы въ пользу того, что слои охлажденныхъ газовъ и паровъ, образующихъ пятно, наполняютъ собой не углубленія, а, наоборотъ,—возвышаются надъ уровнемъ солнечной поверхности. Но откуда берутся на солнечной поверхности эти огромныя скопленія охлажденныхъ газовъ и паровъ? На этотъ счетъ высказываютъ такое *предположеніе:*

Массы газовъ и паровъ, образующихъ явленіе солнечныхъ пятенъ, это опускающіеся обратно къ солнечной поверхности охладившіеся продукты колоссальныхъ *изверженій* (протуберанцевъ) того же Солнца изъ его невѣроятно раскаленныхъ и недоступныхъ человѣческому наблюденію нѣдръ. Но это, повторяемъ, только *предположеніе.* Вообще же по вопросу объ истинной природѣ солнечныхъ пятенъ человѣческой пытливости предстоитъ еще много трудной, но благодарной работы.

Надъ фотосферой съ ея образованіями нависла область солнечной *атмосферы*, раздѣляемой астрономами на нѣсколько слоевъ. Она огромна—эта область. Объемъ ея не менѣе чѣмъ въ десять разъ превышаетъ объемъ самого Солнца. Но пусть читатель, благодаря сходству названій, не заподозритъ сходства между солнечной и земной атмосферой по существу. Солнечная атмосфера состоитъ изъ огненныхъ струй и газовыхъ потоковъ, болѣе или менѣе раскаленныхъ. Внѣшнія очертанія этой атмосферы неправильны и чрезвычайно измѣнчивы. Измѣненія, о грандіозности которыхъ трудно составить даже представленіе, происходятъ въ изумительно короткіе сроки, и, очевидно,—въ зависимости отъ могучихъ, разыгрывающихся въ области солнечной атмосферы процессовъ. Все «живое» (да и неживое), по нашимъ понятіямъ, въ подобной атмосферѣ, по крайней мѣрѣ—въ нижнихъ ея частяхъ, должно мгновенно обратиться въ струйку тончайшаго раскаленнаго газа.

Границей между фотосферой и собственно атмосферой Солнца служитъ такъ называемый *обращающій слой.* Такъ называется слой паровъ, состоящихъ изъ тѣхъ же элементовъ, что и солнечная поверхность, но не столь свѣтящихся и раскаленныхъ. Пусть читатель вспомнитъ причину, почему на сплошномъ спектрѣ свѣтящагося раскаленнаго тѣла появляются темныя Фраунгоферовы линіи (см. стр. 182 и 183), тогда ему станетъ понятно, почему этотъ нижній слой солнечной атмосферы называется «обращающимъ». Лучи свѣта, идущіе отъ раскаленныхъ свѣтящихся частичекъ фотосферы, проходятъ черезъ болѣе охлажденные пары того же состава, что и свѣтящееся тѣло, и часть ихъ (по закону Кирхгофа) поглощается. Яркія линіи спектра *обращаются* въ темныя, отсюда и названіе—«обращающій слой». Слой этотъ, хотя и темнѣе фотосферы, но настолько накаленъ, что можетъ дать собственный спектръ. Этотъ спектръ можно наблюдать только во время солнечныхъ полныхъ затменій, передъ тѣмъ, какъ дискъ Луны почти совершенно закрываетъ дискъ Солнца съ его сіяющей фотосферой, не позволяющей при обыкновенныхъ условіяхъ видѣть слабаго свѣта обращающаго слоя. Спектръ этотъ носитъ названіе «спектра вспышки», потому что продолжительность его видимости длится не болѣе 2—3 секундъ. Но и этого времени, умѣло использованнаго, достаточно для людей науки, чтобы получить спектръ обращающаго слоя, убѣдиться въ несомнѣнномъ его существованіи и изучить его.

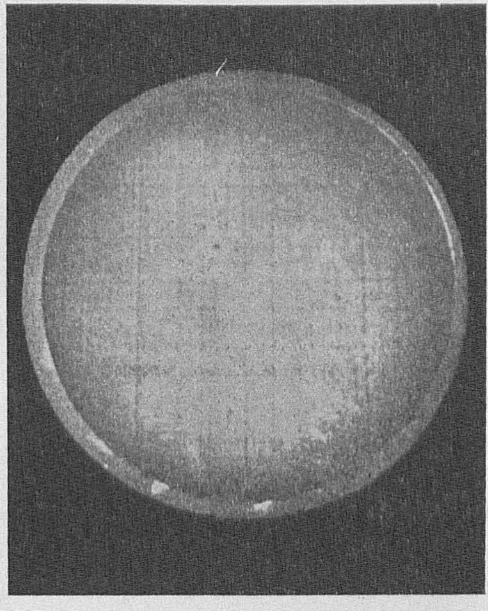


Рис. 154. Солнечный дискъ съ факелами и хромосферой.—Снимокъ астронома Холля въ Чикаго.

Надъ обращающимъ слоемъ находится *хромосфера*. Это, пожалуй, наиболѣе изученная область солнечной атмосферы. Толщина слоя хромосферы опредѣляется въ 5—15 тысячъ километровъ. Такова толщина *пламени*, окружающаго фотосферу съ обращающимъ слоемъ, потому что фотосфера—это пламя горящихъ газовъ *гелія*, *коронія*, *кальція*, но по преимуществу и въ огромной массѣ *водорода*. Горѣніе послѣдняго вѣроятно и придаетъ всей хромосферѣ волшебный разовато-алый цвѣтъ. Хромосфера рѣдко когда спокойна. Это настоящее царство огненныхъ вихрей и бурь въ неизмѣримомъ океанѣ. Чѣмъ больше появляется на фотосферѣ факеловъ и пятенъ, тѣмъ сильнѣе и грознѣе волнуется океанъ хромосферы. Черезъ пятна огромной величины перебрасываются грандіозные блестящіе «мосты», въ нихъ и вокругъ нихъ зажигаются блестящіе факелы; и вдругъ изъ нѣдръ Солнца время отъ времени съ невѣроятной силою въ область хромосферы выбрасываются пары желѣза, магнія, натрія, марганца, хрома и другихъ металловъ. Хромосфера обращается въ необъятное волнующееся море, самыя маленькія волны котораго имѣютъ не менѣе 350 верстъ въ вышину съ основаніемъ не менѣе нашей, напр., Архангельской губерніи. Но случается и такъ, что хромосфера вдругъ словно разрывается и извнутри Солнца сквозь эти разрывы съ поражающей быстротой взлетаютъ на огромную высоту громадные снопы раскаленной матеріи. Это—*протуберанцы*, высота которыхъ достигаетъ иногда до 600—700 тысячъ километровъ, т. е. равна почти радіусу Солнца. Поразительныя и грандіозныя изверженія, производящія всегда чрезвычайно сильное впечатлѣніе на наблюдателей.

Такъ какъ хромосфера имѣетъ неровную и волнистую поверхность, то за протуберанцы принимаютъ тѣ выступы изъ нея, которые имѣютъ не менѣе 15 тысячъ километровъ высоты, считая отъ края солнечнаго диска. Такимъ образомъ высота протуберанцевъ, какъ видимъ, измѣняется, начиная отъ этого предѣла и до той предѣльной высоты въ 600—700 тысячъ километровъ, которая наблюдалась до сихъ поръ. Обыкновенно раздѣляютъ протуберанцы на два класса или типа: 1) *спокойные* или *облачные*, и еще иначе *водородные* протуберанцы и 2) *металлическіе*, или *изверженные* протуберанцы. Типы тѣхъ и другихъ читатель можетъ видѣть на рисункахъ 155 и 156.

Спокойные или облачные протуберанцы, какъ показываетъ самое ихъ названіе, часто напоминаютъ наши земныя облака, повисшія въ атмосферѣ, и отличаются сравнительной устойчивостью своей формы. Близко къ полюсамъ Солнца, напр., наблюдались одни и тѣ же облачные протуберанцы около мѣсяца времени. При приближеніи къ солнечному экватору перемѣны совершаются быстрѣе. Въ составъ этихъ протуберанцевъ входятъ тѣ же элементы, что и въ хромосферѣ, т. е. преобладаетъ въ самой значительной степени водородъ, почему ихъ часто и называютъ водородными. Форма облаковъ для нихъ не единственная. Какъ можно видѣть изъ рисунка 155, они напоминаютъ иногда деревья, кусты, клубы подымающагося изъ трубы дыма и т. д.

Металлическіе протуберанцы отмѣчаются такимъ невѣроятно быстрымъ измѣненіемъ формы и высоты, такой иногда внезапностью появленія и силою взрыва, которыя повергаютъ наблюдателей въ изумленіе предъ мощностью, величіемъ и скоростью совершающагося предъ ихъ глазами изверженія. По общему признанію всѣхъ наблюдателей безъ исключенія, не хватаетъ человѣческихъ словъ, чтобы описать подобные процессы. Ихъ надо видѣть.

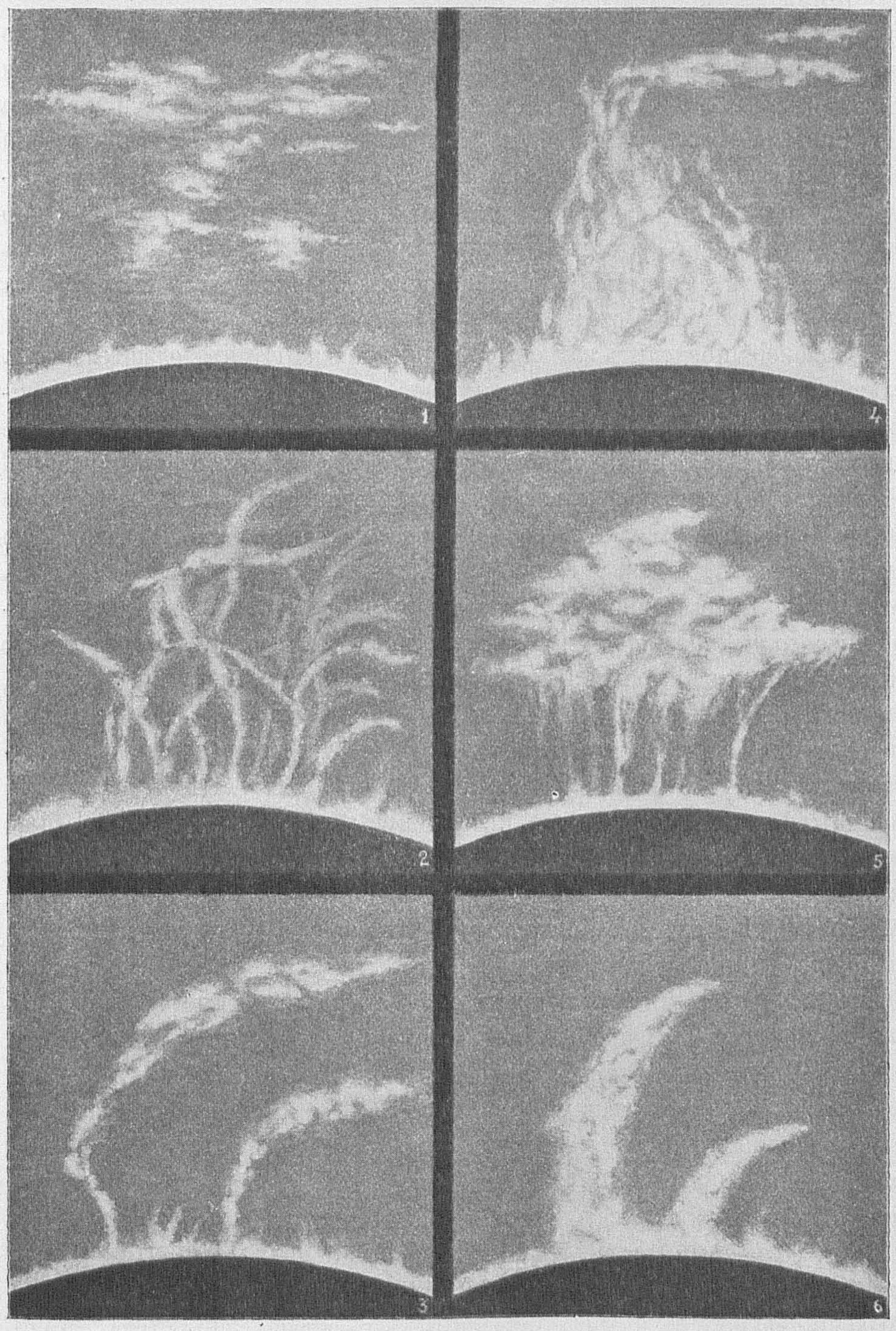


Рис. 155. Облачные или водородные протуберанцы по рисункамъ различныхъ наблюдателей.

Когда же протуберанцы можно видѣть? Не такъ давно еще то время, когда ихъ, какъ и хромосферу, можно было наблюдать только во время полныхъ солнечныхъ затменій. Время же, въ которое длится для даннаго мѣста земной поверхности полное солнечное затменіе, весьма невелико: 2—3 минуты, а если 5 или 7 минутъ, то это уже рѣдкій и счастливый для астронома «случай». И вотъ, на такіе-то ничтожно-короткіе сроки и черезъ сравнительно долгіе промежутки отъ одного полнаго солнечнаго затменія до другого не такъ давно еще людямъ науки приходилось откладывать изученіе всего того, что̀ выходитъ за предѣлы фотосферы Солнца.

Наконецъ приходитъ затменіе. Какъ ничтожна его продолжительность, какой огромный матерьялъ, и какія величественныя картины приходилось въ короткое время охватить и запечатлѣть, помня, что малѣйшее промедленіе, малѣйшая ошибка уже невозвратимы и непоправимы! А вмѣстѣ съ тѣмъ необычность и торжественность обстановки великаго явленія природы мѣшаетъ сосредоточиться, мѣшаетъ тому спокойствію и объективизму, который такъ необходимъ въ наукѣ вообще, а въ астрономіи въ особенности. Зарисовывая протуберанецъ или такъ называемую *солнечную корону*, нельзя поставить ни одного произвольнаго штриха, ни одной точки, какъ бы они не напрашивались, такъ сказать, сами на рисунокъ для пополненія общаго впечатлѣнія, которое, помимо начертанія на небесномъ темномъ фонѣ, подсказывается еще... воображеніемъ. Въ результатѣ получалось то, что какъ бы добросовѣстны, опытны и искушены въ дѣлѣ наблюденія люди ни были, но не было возможности избѣжать разногласія и несходства при описаніи одного и того же явленія. Извѣстно, наприм., что протуберанцы многими вначалѣ принимались за лунныя горы, освѣщаемые находящимся позади Солнцемъ, что возникали самыя разнообразныя сомнѣнія относительно солнечной короны и т. д. Примѣненіе фотографіи прежде всего оказало въ этомъ случаѣ астрономіи существенную услугу. Однако не во всемъ.

Вотъ почему въ исторіи науки о Солнцѣ всегда съ благодарностью вспоминаются имена ученаго француза Жансена и англичанина Локіера, одновременно и независимо другъ отъ друга усовершенствовавшихъ примѣненіе спектроскопа, такъ что наблюденія надъ хромосферой и протуберанцами сдѣлалось возможнымъ производить всегда, когда только видимъ солнечный дискъ. Открытіе Жансена (1824—1907) относится къ 1868 году, когда онъ получилъ командировку въ Индію для наблюденія полнаго солнечнаго затменія 18-го августа 1868 года, самаго продолжительнаго въ XIX столѣтіи.

О существованіи розовыхъ выступовъ (протуберанцевъ), которые видны около Солнца въ моментъ полнаго затменія, было извѣстно уже

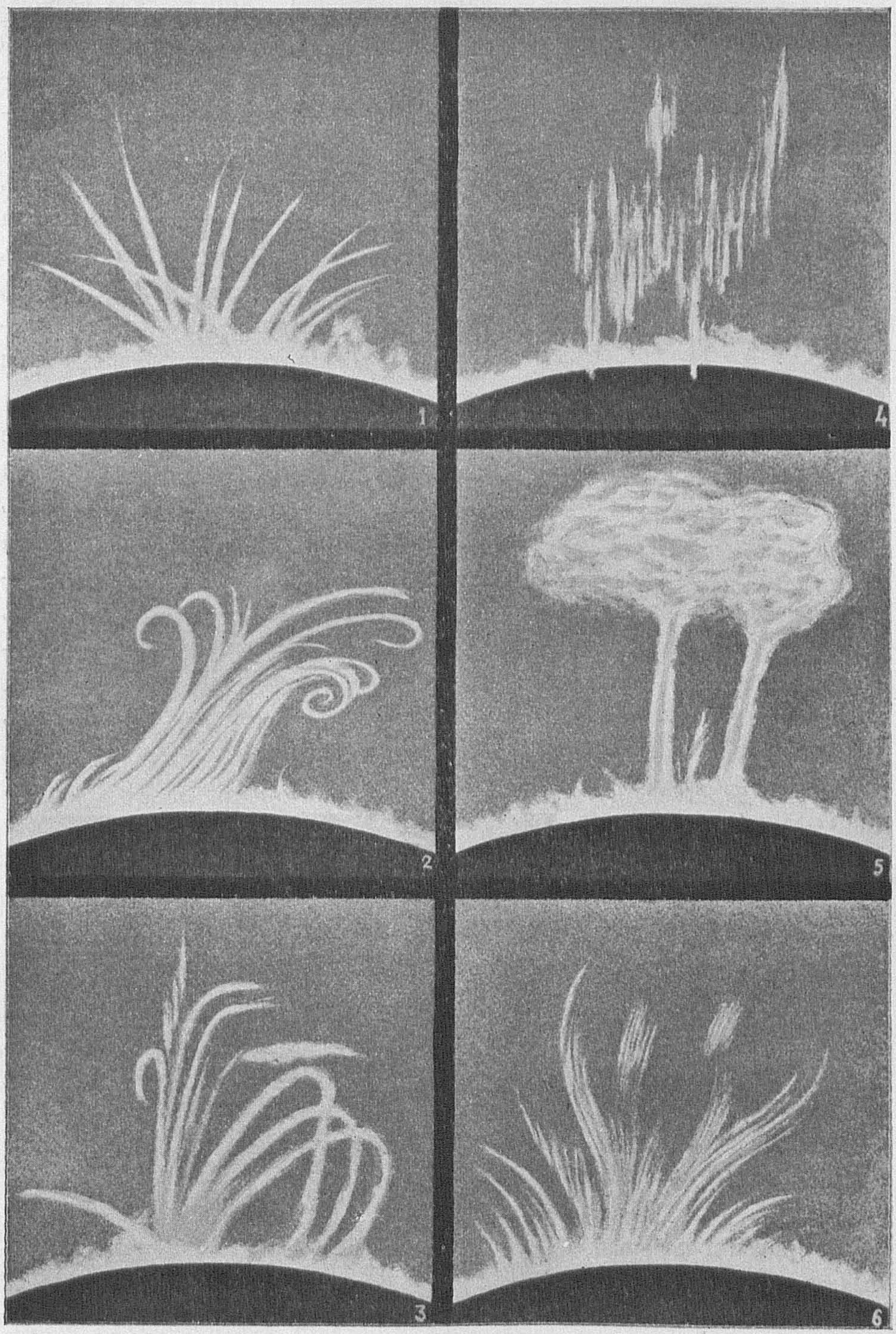


Рис. 156. Различные типы металлическихъ протуберанцевъ по рисункамъ многихъ наблюдателей.

Рис. 157. Локіеръ.

давно. Затменіе 1860 г. дало возможность убѣдиться, что они принадлежатъ Солнцу, но природа ихъ оставалась совершенно неизвѣстной. Жансенъ, наблюдая ихъ въ спектроскопъ, убѣдился, что они образованы главнымъ образомъ раскаленнымъ водородомъ, яркія линіи котораго особенно выступали въ ихъ спектрѣ. Блескъ этихъ линій поразилъ Жансена и внушилъ ему мысль о возможности наблюденія протуберанцевъ и внѣ затменія.

По окончаніи затменія погода не позволила ему сейчасъ же убѣдиться въ этомъ. Но за ночь самый способъ наблюденія былъ имъ тщательно обдуманъ, и, поднявшись въ 3 часа утра, онъ все приготовилъ къ наблюденіямъ. Онъ установилъ щель спектроскопа перпендикулярно къ краю солнечнаго диска, частью на самомъ дискѣ, а частью внѣ его, и передвигалъ шель по контуру диска, наблюдая линію C (Фраунгоферову линію водорода). Часть поля была занята обычнымъ солнечнымъ спектромъ съ темными линіями, въ остальной не было ничего. Но при движеніи щели по контуру вдругъ на продолженіи темной линіи C вспыхнула яркая красная линія—это была линія спектра протуберанца. При передвиженіи щели линія измѣняла свою яркость и высоту, и такимъ путемъ можно было послѣдовательнымъ перемѣщеніемъ щели получить фигуру всего протуберанца.

Энтузіазмъ, который овладѣлъ Жансеномъ, когда онъ увидалъ успѣхъ своей идеи, понятенъ. Это открытіе развертывало передъ на-

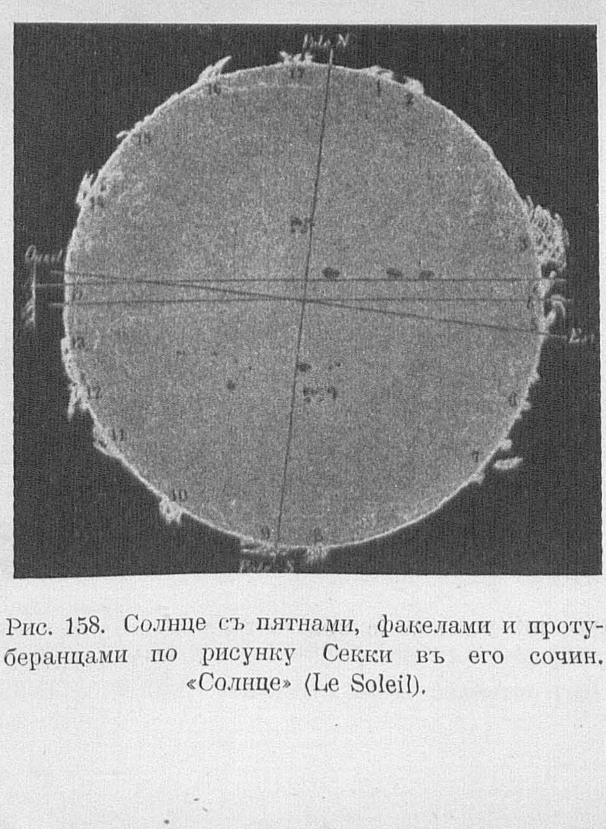


Рис. 158. Солнце съ пятнами, факелами и протуберанцами по рисунку Секки въ его сочин. «Солнце» (Le Soleil).

учнымъ изслѣдованіемъ новое поле явленій, казалось, навсегда скрытыхъ отъ глазъ человѣчества, за исключеніемъ рѣдкихъ и короткихъ моментовъ полныхъ солнечныхъ затменій.

Тотъ же методъ почти одновременно былъ открытъ англійскимъ астрономомъ Локіеромъ. Письма: Жансена изъ Индіи отъ 19-го сентября и Локіера отъ 20-го октября, съ извѣстіемъ объ открытіи новаго метода были помѣщены рядомъ въ одномъ и томъ же номерѣ отчетовъ («Comptes rendus») Парижской Академіи. Въ честь этого событія Академія выбила медаль съ изображеніями обоихъ ученыхъ и

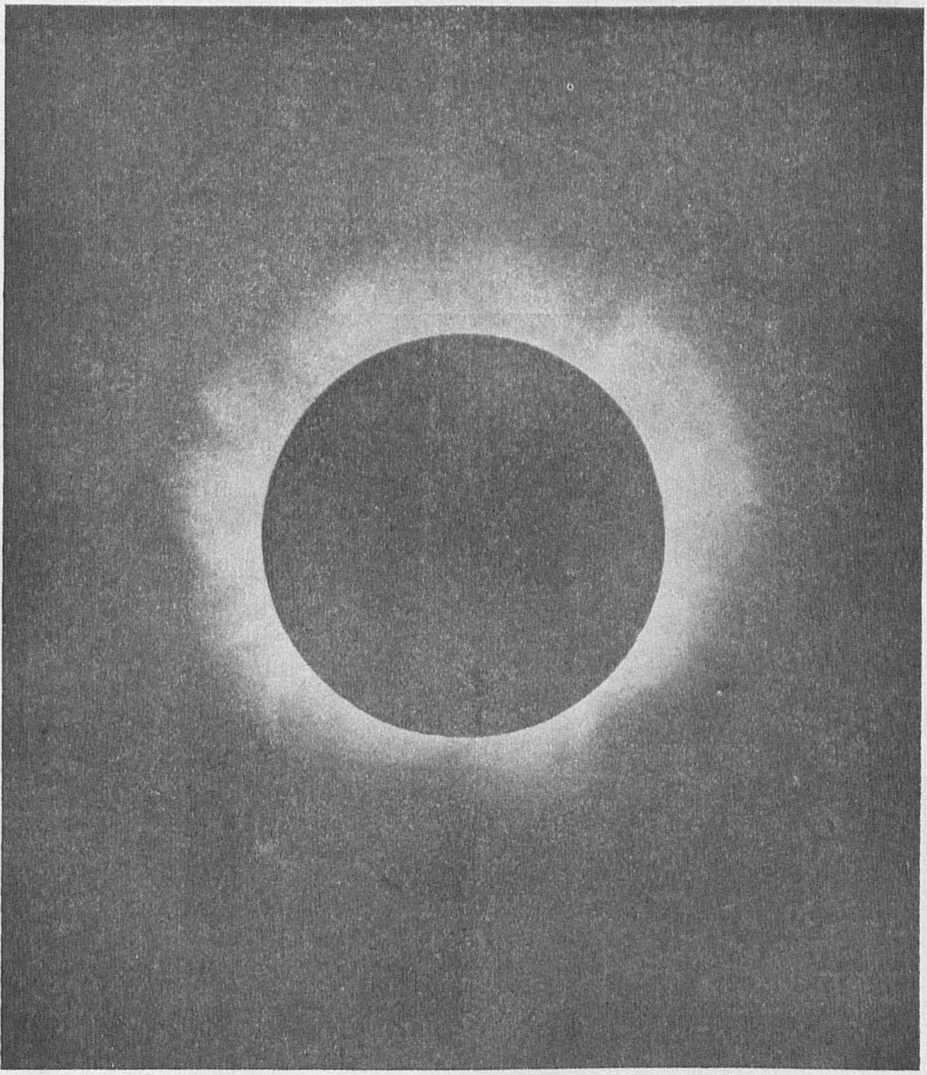


Рис. 159. Солнечная корона въ затменіе 30-го августа 1905 г., по снимку А. П. Ганскаго.

со скромной надписью: «Анализъ солнечныхъ протуберанцевъ». Открытіе Жансена не было открытіемъ отдѣльнаго явленія; онъ создалъ методъ, который оказался самымъ плодотворнымъ для физическаго изслѣдованія Солнца. Въ то время нельзя еще было предвидѣть всей важности новаго метода для изученія не только протуберанцевъ, но и всей поверхности Солнца. Между тѣмъ въ 1869 г. Жансенъ уже изобрѣлъ спектрогеліоскопъ съ двумя щелями, который является родоначальникомъ современныхъ *спектрогеліографовъ*, т. е. приборовъ, примѣняющихъ къ изученію Солнца одновременно спектральный анализъ и фотографію.

Самая верхняя часть солнечной атмосферы—такъ называемая *корона Солнца*—и по настоящее время, однако, доступна для наблюденій лишь во времена полныхъ Солнечныхъ затменій. Подъ именемъ короны извѣстно то необычайно нѣжное сребристо-бѣлое (иногда говорятъ—жемчужное) сіяніе, которое наблюдается вокругъ диска Солнца, какъ только онъ совсѣмъ скроется за чернымъ дискомъ Луны. Сіяніе видимо иногда на протяженіи нѣсколькихъ солнечныхъ діаметровъ, т. е. оно простирается на нѣсколько милліоновъ километровъ, но возможно, что предѣлы солнечной атмосферы распространяются гораздо дальше, только мы ихъ уже не видимъ, такъ какъ свѣтъ короны, и безъ того нѣжный и слабый, чѣмъ дальше отъ солнечнаго диска, тѣмъ дѣлается все слабѣе и малозамѣтнѣе.

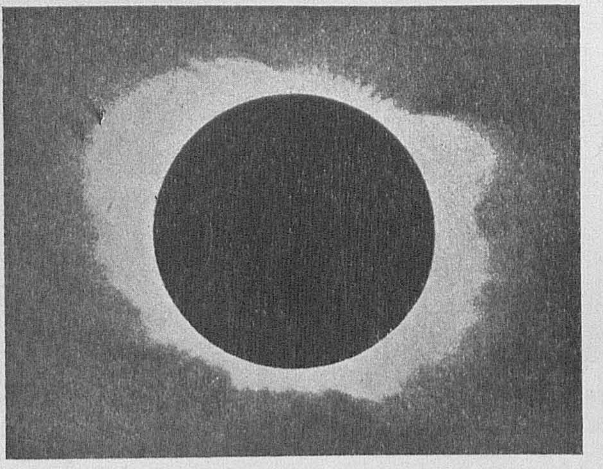


Рис. 160. Корона Солнца въ затменіе 28 мая 1900 года, по фотографіи обсерваторіи Іеркса.

Во время различныхъ затменій наблюдаются и различныя очертанія короны, но въ продолженіе одного и того же затменія фотографическіе снимки ея, сдѣланные съ разныхъ мѣстъ Земли черезъ нѣсколько часовъ одинъ послѣ другого, совершенно схожи. Слѣдовательно, измѣненія солнечной короны не такъ быстры, какъ это наблюдается относительно металлическихъ протуберанцевъ, хромосферы, факеловъ, иныхъ пятенъ и грануляціи солнечной поверхности.

Какъ ни нѣжно и слабо сіяніе короны по сравненію съ ослѣпительнымъ дискомъ Солнца, однако яркость ея приравниваютъ въ среднемъ яркости трехъ полныхъ лунъ. Но эта яркость, какъ кажется, измѣняется. Во время затменія 1905 года сіяніе короны въ десять разъ превышало свѣтъ полной луны.

Спектральный анализъ указываетъ, что въ составѣ короны преобладаетъ неизвѣстное намъ вещество, по всей вѣроятности, газъ необыкновенно малой плотности, еще меньшей, чѣмъ водородъ. Вещество это названо *короніемъ*, и усилія многихъ химиковъ направлены теперь на то, чтобы найти этотъ короній на Землѣ. Кромѣ коронія спектроскопъ обнаруживаетъ въ составѣ короны Солнца также водородъ, гелій и кальцій, что указываетъ на сходство короны съ хромосферой.

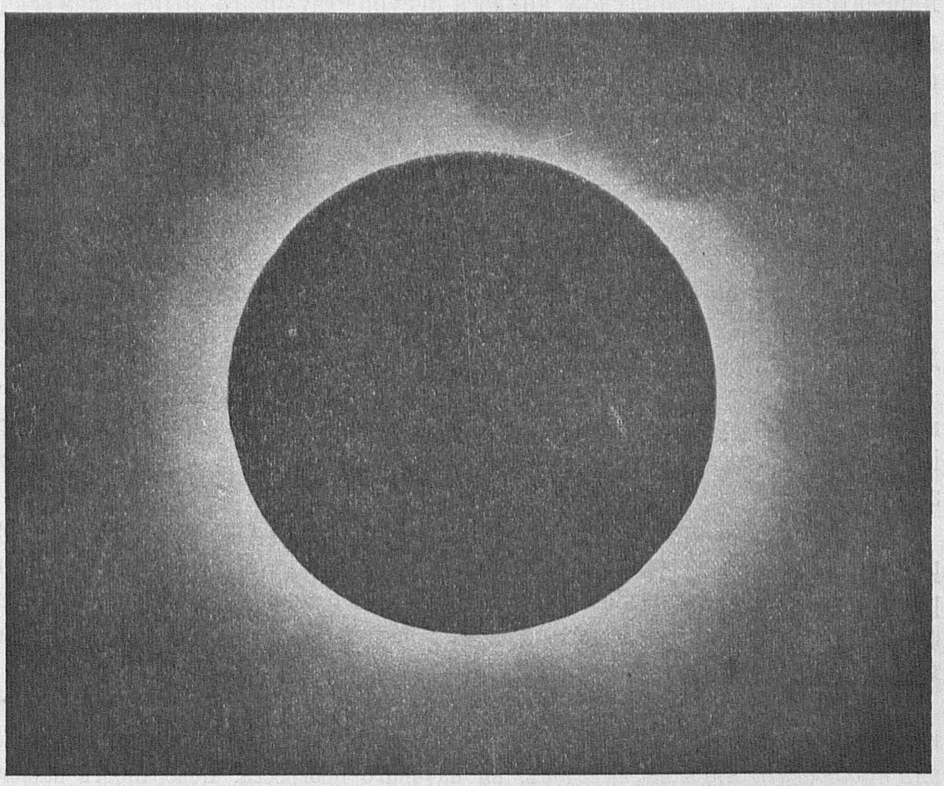


Рис. 161. Солнечная корона во время затменія 9 августа 1896 года по фотографіи Ѳ. И. Блюмбаха.

Вотъ приблизительно и все, что можно сказать вполнѣ достовѣрнаго о внѣшнемъ видѣ и внутреннемъ строеніи короны. Если все почти представляется для насъ загадочнымъ на Солнцѣ, то его корона составляетъ пока самую большую загадку, какъ ни много высказывается на ея счетъ самыхъ остроумныхъ соображеній, объ иныхъ изъ которыхъ намъ придется еще упомянуть. Для разрѣшенія загадки о коронѣ въ рукахъ науки слишкомъ мало средствъ и времени. Для постоянныхъ наблюденій она недоступна. Пополненія матерьяла для ея изученія приходится ожидать отъ одного полнаго солнечнаго затменія до другого. А это въ продолженіе цѣлаго столѣтія даетъ въ распоряженіе астрономовъ всего около 8 часовъ, разбитыхъ на промежутки по нѣскольку минутъ, во время которыхъ приходится напряженно и спѣшно работать.

О характерѣ и обстановкѣ астрономическихъ работъ подобнаго рода читателю дастъ наилучшее понятіе небольшой разсказъ, посвященный этому предмету. Разсказъ этотъ написанъ С. Щербаковымъ и былъ напечатанъ въ сентябрьской книжкѣ несуществующаго нынѣ ежемѣсячника «Міръ Божій» за 1889 годъ. Думаемъ, что читатель раздѣлитъ съ нами то живѣйшее удовольствіе, которое въ свое время доставилъ намъ этотъ талантливый и правдивый очеркъ, рисующій живой астрономическій обиходъ. Приводимъ его, какъ дополненіе къ тому, что уже говорилось раньше о наблюденіяхъ Солнца. Очеркъ озаглавленъ «*Двѣ минуты сорокъ двѣ секунды*».

Въ августѣ 188... года[1]) полоса ожидавшаго тогда полнаго затменія Солнца должна была пройти по средней Россіи и Сибири.

Пользуясь любезнымъ предложеніемъ моего стараго знакомаго, Перова, бывшаго во главѣ одной изъ университетскихъ астрономическихъ экспедицій, въ 20-хъ числахъ іюля я уже спѣшилъ въ маленькій провинціальный городокъ N, гдѣ расположилась эта экспедиція.

Здѣсь были уже почти всѣ въ сборѣ. Изъ моихъ соотечественниковъ, кромѣ Перова, тутъ были двое—только что кончившій курсъ кандидатъ университета и директоръ одной изъ южныхъ обсерваторій, а изъ иностранцевъ—извѣстный нѣмецкій фотохимикъ Фуссъ и бельгійскій астрономъ Роше. Впослѣдствіи, передъ самымъ затменіемъ, пріѣхалъ еще одинъ изъ профессоровъ университета.

Что же заставило собраться сюда этихъ людей? Всѣ выводы естествознанія и, въ частности, астрономіи, покоятся на данныхъ, добытыхъ изъ самой же природы: внѣ *наблюденій* нѣтъ ни выводовъ, ни научнаго прогресса. Поверхность нашего дневного свѣтила въ значительной степени изучена и систематически изо-дня-въ-день десятками лицъ ведутся, такъ сказать, дневники его жизни. Но есть область, мало доступная наблюдателю и, тѣмъ не менѣе, очень интересная для сужденія объ общемъ строеніи Солнца—это газообразная оболочка, атмосфера, окружающая полужидкій шаръ Солнца. При обыкновенныхъ условіяхъ эта атмосфера не видна, вслѣдствіе слабости ея свѣта; только во время полнаго затменія, когда Луна своимъ тѣломъ покроетъ ослѣпительный солнечный дискъ, эта атмосфера рисуется передъ нашими взорами въ видѣ чудной солнечной короны. Но мы должны хватать явленіе, такъ сказать, на-лету: съ угасаніемъ послѣдняго луча Солнца, оно появляется, и съ появленіемъ перваго же луча исчезаетъ, какъ миражъ. Длительность фазы полнаго затменія не превосходитъ 6 минутъ, обыкновенно же гораздо меньше, и вотъ лишь этимъ-то короткимъ временемъ слѣдуетъ воспользоваться, чтобы запечатлѣть явленіе на фотографическихъ снимкахъ, зарисовать его; это дастъ намъ матеріалъ для сужденія о формѣ, протяженіи, физической структурѣ атмосферы. Пользуясь же спектральнымъ анализомъ, мы узнаемъ составъ атмосферы. А если явленіе будетъ перехвачено въ разныхъ мѣстахъ и въ разные моменты его распространенія, то, быть можетъ, удастся узнать, какія измѣненія здѣсь происходятъ со временемъ. Поэтому-то въ разныхъ мѣстахъ полосы полнаго затменія располагается цѣлая цѣпь экспедицій.

---

[1]) Разсказъ, очевидно, относится къ затменію 1886 года.

Едва ли слѣдуетъ добавлять, что успѣхъ каждой экспедиціи зависитъ, прежде всего, отъ каприза погоды; стоитъ облаку закрыть въ нужный моментъ Солнце, и экспедиція пропала.

Въ городѣ N дѣятельность фазы полнаго затменія составляла 2 минуты 42 секунды, и вотъ эти-то $2^1/_2$ минуты, подверженныя еще случайностьмъ погоды, собрали сюда персоналъ наблюдателей, обрекая ихъ на массу труда, волненій и тревогъ.

Со строго опредѣленной программой наблюденій и надлежащими приборами пріѣхали, собственно говоря, только трое: Перовъ и Роше,—для фотографированія солнечной короны, и Фуссъ—для фотографіи спектра короны. Остальные, подобно мнѣ, примкнули къ экспедиціи безъ всякихъ приборовъ въ расчетѣ и посмотрѣть рѣдкое явленіе, и вмѣстѣ съ тѣмъ исполнить то, что будетъ рѣшено совмѣстнымъ обсужденіемъ.

Перебирая въ своихъ воспоминаніяхъ впечатлѣнія такъ давно минувшихъ дней, какъ-то невольно чувствуешь, что всѣ событія группируются преимущественно около двухъ нашихъ иностранныхъ коллегъ.

Если бы мнѣ пришлось привести живой примѣръ образцовой рабочей методичности, аккуратности, столь дорогой для естествоиспытателя, то я не могъ бы выбрать ничего лучшаго, какъ указать на образъ Фусса. Распланировка всѣхъ занятій строго по часамъ; отъ 6 до 8 часовъ утра онъ занимается въ своей комнатѣ—читаетъ, дѣлаетъ замѣтки, пишетъ; послѣ утренняго чаю до часу вы его неизмѣнно увидите въ баракахъ экспедиціи за опытами или за установкой приборовъ; затѣмъ, до 3-хъ часовъ онъ въ своей фотографической лабораторіи. Та же методичность, планировка выражается и въ мелочахъ его обыденной жизни: каждому періоду занятій свойственъ особый костюмъ, передъ обѣдомъ обязательная небольшая прогулка, и только съ 5 часовъ начинается, повидимому, полная свободы жизнь безъ программы—онъ или ведетъ оживленную бесѣду, или отправляется бродить по городу, выискивая русскіе типы, сценки для своего всегдашняго спутника — фотографическаго аппарата. Несмотря на свои 50 лѣтъ, онъ необычайно живой, остроумный и находчивый. Наблюдая его, какъ-то чувствуешь, что этотъ коренастый, плотный человѣкъ сознаетъ свою силу и вполнѣ доволенъ общимъ ходомъ своего дѣла.

Его астрономическій багажъ заключалъ въ себѣ все необходимое—ни разу, напр., онъ не обратился къ кому-либо за тѣмъ или инымъ слесарнымъ инструментомъ, а тѣмъ не менѣе этотъ багажъ состоялъ всего изъ небольшого ящика. Послѣдній винтъ былъ закрѣпленъ имъ наканунѣ затменія. Это не новичокъ: на своемъ вѣку онъ уже насчитываетъ до десятка экспедицій въ разныхъ частяхъ свѣта. И надъ этимъ-то опытнымъ, аккуратнымъ человѣкомъ судьба горько посмѣялась. Но объ этомъ послѣ.

Передъ выѣздомъ въ N. мнѣ отъ многихъ пришлось слышать, что туда уже пріѣхалъ одинъ иностранецъ, который привезъ съ собою нѣсколько вагоновъ всякихъ инструментовъ. Хотя ни одинъ разсказъ не бываетъ безъ прикрасъ, но доля правды была и здѣсь: дѣйствительно, у бельгійскаго астронома Роше оказался громаднѣйшій арсеналъ всякихъ приборовъ и принадлежностей для наблюденій. Къ сожалѣнію, большинство приборовъ оказалось или очень плохого качества, или сильно пострадавшіе въ дорогѣ, несмотря на то, что переѣздъ былъ совершенъ или по желѣзной дорогѣ, или на пароходѣ. Самопишущіе метеорологическіе приборы отказались не только писать, но даже указывать что-либо; прекрасный хронометръ-приборъ, существенно необходимый для астронома,—сорвался дорогой съ колецъ и осколки разбитаго стекла засорили и въ конецъ испортили дорогой механизмъ; 3-хъ-дюймовая трубка оказалась очень плохого достоинства. Аппаратъ для фотографированія Солнца былъ безусловно хорошъ, но... при его штативѣ не было часового механизма для движенія аппарата по суточному ходу, такъ необходимаго при продолжительной экспозиціи. За то въ полной исправности доѣхали массивныя дубовыя скамейки и столики, предназначенныя для самого наблюдателя и разныхъ приборовъ. Самъ Роше далеко уже не владѣетъ той самоувѣренностью и спокойнымъ равновѣсіемъ духа, какъ его нѣмецкій коллега. Сначала онъ былъ увѣренъ, что установка приборовъ—сущіе пустяки и медлилъ установкой, потомъ съ лихорадочною поспѣшностью принимается за дѣло. Оказывается, что гайки не подходятъ къ винтамъ, нѣкоторыхъ мелкихъ частей нѣтъ. Тогда онъ начинаетъ волноваться и съ отчаяніемъ выражаетъ опасеніе, что онъ не успѣетъ во-время закончить установку.

Но удачно, общими силами, подобранная гайка быстро утѣшаетъ его, и, бросивъ установку, онъ, безпечно посвистывая, отправляется гулять. Теперь все пойдетъ отлично!.. отвѣчаетъ онъ товарищу, интересующемуся исходомъ критическаго казуса. Этихъ переходовъ отъ отчаянія къ безпечной надеждѣ было не мало за все время. Онъ, такъ же какъ каждый изъ насъ, русскихъ, еще въ первый разъ экскурсируетъ на затменіи. Добродушный весельчакъ и острякъ, несмотря на свою эксцентричность, удивлявшую даже насъ, русскихъ, которымъ далеко до Фусса, Роше былъ душою нашей компаніи: гдѣ слышится дружный, веселый смѣхъ—тамъ непремѣнно Роше съ его афоризмами, остротами или шутками.

На довольной большой площадкѣ, густо заросшей травой и выходящей на рѣку, были выстроены бараки экспедиціи. Вообразите себѣ наскоро сколоченную деревянную постройку въ 3 сажени длиною, сажень въ вышину и ширину,—вотъ вамъ зданіе походной обсерваторіи; стѣны, обращенной къ рѣкѣ, нѣтъ вовсе, а внутри 2 перегородки, раздѣляющія постройку на 3 почти равныя части. Два крайнихъ отдѣленія принадлежатъ Роше и Перову, среднее—Фуссу. Часть площадки вмѣстѣ съ бараками окружена легкимъ заборомъ.

Заглянемъ мелькомъ внутрь бараковъ и посмотримъ, что находится въ каждомъ изъ нихъ передъ затменіемъ. Въ двухъ крайнихъ баракахъ мы замѣтимъ почти тожественные аппараты. Къ зрительной трубкѣ средней силы, укрѣпленной на прочномъ штативѣ, наглухо прикрѣпленъ большой деревянный ящикъ, съ передней стороны котораго виднѣются 4 фотографическихъ объектива; это фотографическая камера, которая должна давать разомъ 4 фотографіи Солнца. Аппаратъ Роше во время фотографированія приходится вести за суточнымъ движеніемъ Солнца рукою, аппа-

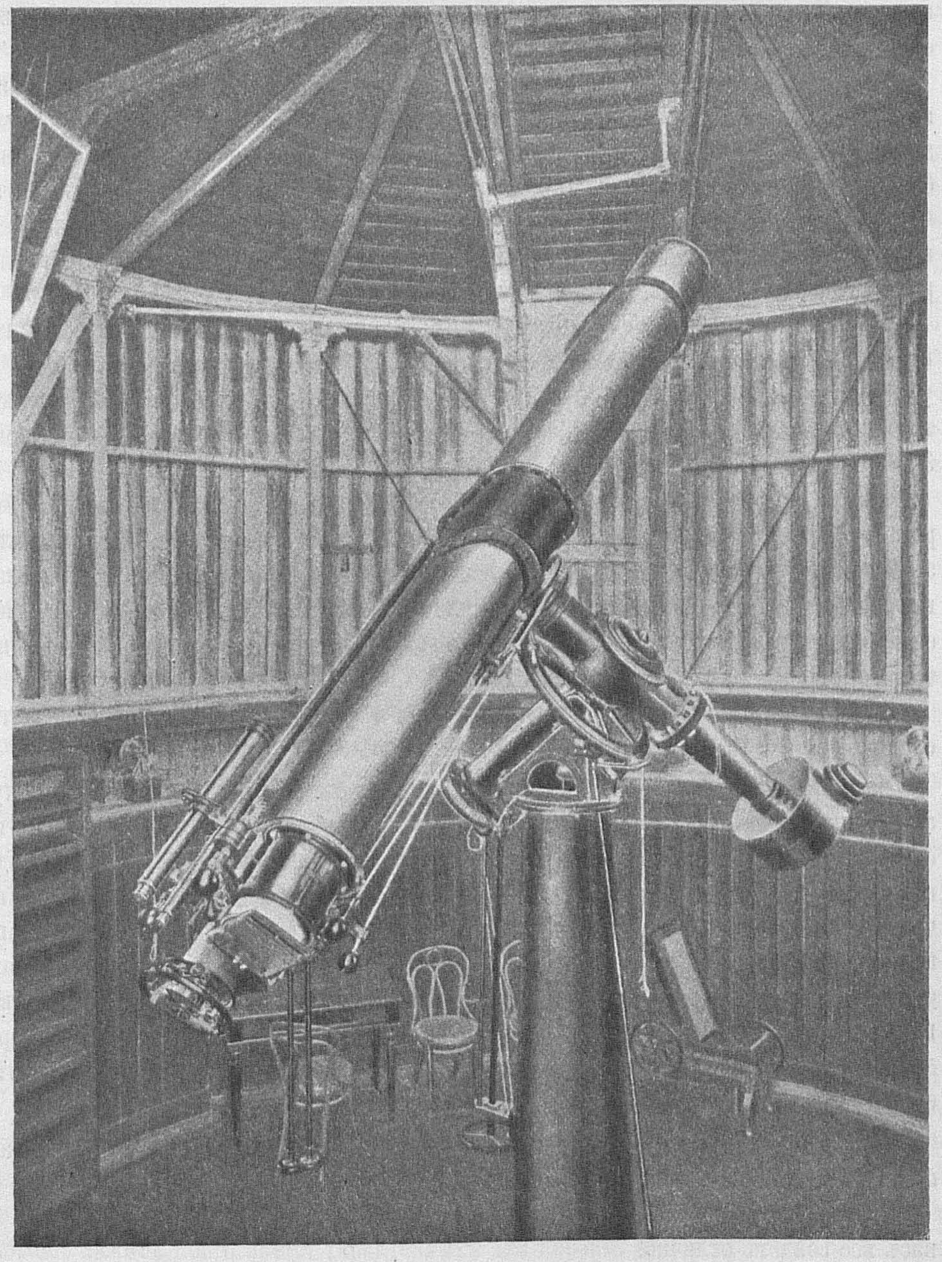


Рис. 162. Фотографическій рефракторъ Ташкентской обсерваторіи.

ратъ Перова ведется за Солнцемъ прекраснымъ часовымъ механизмомъ. При каждомъ аппаратѣ во время работы должно быть двое: одинъ направляетъ аппаратъ на Солнце, мѣняетъ кассеты и регулируетъ временемъ экспозиціи, другой—открываетъ и закрываетъ объективы по знаку перваго. Въ среднемъ баракѣ стоятъ аппараты Фусса; на длинномъ деревянномъ столѣ стоитъ спектроскопъ, соединенный съ фотографической камерой, и передъ нимъ—геліостатъ, приборъ съ вращающимся зеркальцемъ, отражающимъ лучи Солнца по одному какому-нибудь направленію, въ спектроскопъ въ данномъ случаѣ.

Погода въ теченіе недѣли, предшествовавшей затменію, не сулила успѣха: по небу неслись безконечной вереницей тяжелыя осеннія облака, шелъ временами дождь. Солнце и звѣзды, необходимыя для повѣрки хронометровъ и установки приборовъ, приходилось ловить лишь моментами, пользуясь временнымъ проясненіемъ.

— Пожалуйте наблюдать, звѣзды глянули!—слышится иногда далеко за полночь изъ комнаты Перова густой баритонъ училищнаго сторожа Григорія, игравшаго роль «недреманнаго ока», приставленнаго къ «остроумамъ».

Поневолѣ закрадывалась мысль, что всѣ эти хлопоты съ безсонными ночами напрасны, едва ли что увидимъ во время затменія. А заботъ и хлопотъ со сборкою и установкою аппаратовъ было много: критическія двѣ минуты сорокъ двѣ секунды требовали очень тщательной подготовки. Впрочемъ, это относится только къ тѣмъ 3 лицамъ (Перовъ, Роше и Фуссъ), которыя составляли ядро экспедиціи.

Уже за нѣсколько дней до затменія каждый изъ насъ, явившихся безъ приборовъ, намѣтилъ себѣ съ общаго согласія дѣло во время затменія. Я предполагалъ зарисовывать корону. Какъ вдругъ, наканунѣ затменія произошло перераспредѣленіе ролей: Роше беретъ на себя рисунки короны, а я замѣщаю его у фотографическаго аппарата. Сначала, получивъ предложеніе Роше, я не соглашаюсь ссылаясь на то, что никогда не фотографировалъ неба.

— О, это ничего! Вѣдь это такъ просто, и я увѣренъ, что у насъ все сойдетъ отлично!

Да, дѣйствительно, просто: вставить въ камеру кассету, выдвинуть ея крышку, затѣмъ направить на Солнце, вести винтомъ аппаратъ за Солнцемъ и т. д.—все это очень простыя дѣйствія, которыя я съ успѣхомъ продѣлывалъ сотни разъ. Но вѣдь въ моемъ распоряженіи только 2 мин. 42 сек., которыя я долженъ использовать чисто, безъ задержекъ и ошибокъ. Если у васъ не набита рука до автоматическаго выполненія извѣстнаго ряда простыхъ манипуляцій; если вы знаете, что одно ваше ошибочное движеніе рукой можетъ погубить все дѣло и если вы вспомните, что въ вашемъ распоряженіи нѣтъ ни секунды на обдумываніе и колебанія при выборѣ дѣйствій, то, дорожа успѣхомъ общаго дѣла, вы, какъ новичокъ, побоитесь взять его на себя.

— Ну, а если по моей ошибкѣ фотографіи будутъ испорчены? — ставлю я вопросъ ребромъ.

— Это ничего! я все-таки получу свой рисунокъ короны! Но я увѣренъ, что у насъ все сойдетъ отлично!

Всѣ доводы оказываются тщетными, и я, наконецъ, сдаюсь, въ тайнѣ надѣясь, что Роше раздумаетъ и отберетъ у меня, своего случайнаго знакомаго, дѣло, составлявшее цѣль его поѣздки и стоившее ему массы труда и времени.

Однако, отправляемся вмѣстѣ контролировать всѣ принадлежности аппарата. Боже мой! Кассеты, бывшія вполнѣ исправными за нѣсколько дней до этого, разбухли отъ сырости и не лѣзутъ въ гнѣзда камеры! Ни одна крышка кассеты не выдвигается безъ рѣзкихъ толчковъ.

Роше опять въ отчаяніи. Гонимъ Григорія за столяромъ, а тѣмъ временемъ помощью графита и мускульныхъ усилій начинаемъ подготовлять крышки кассетъ. Черезъ нѣсколько часовъ, благодаря дружному участію всѣхъ товарищей и искусству столяра, дѣло налажено.

Канунъ затменія вообще былъ чреватъ событіями и волненіями.

Одинъ фабричный рабочій, нѣсколько выпившій, несмотря на протесты Григорія, хотѣлъ непремѣнно проникнуть внутрь бараковъ, гдѣ въ это время производилась послѣдняя повѣрка точности установки. Недопущенный сторожемъ, онъ ушелъ и черезъ нѣкоторое время вернулся съ товарищами, которые издали бранились и грозили разнести бараки.

Въ виду того, что и раньше слышались изъ простонародья негодующіе голоса, смыслъ которыхъ былъ тотъ, что астрономы обвинялись въ преступномъ намѣреніи *узнать волю Божью*, явилось опасеніе, какъ бы дѣло не кончилось дикой расправой народа. Исторія астрономическихъ экспедицій насчитываетъ не мало такихъ печальныхъ случаевъ. Въ виду этого Перовъ увѣдомилъ мѣстныхъ властей о происшедшемъ, прося вмѣстѣ съ тѣмъ имѣть происшедшее лишь въ виду, не предпринимая пока никакихъ серьезныхъ мѣръ до новыхъ неблагопріятныхъ признаковъ.

Къ счастью, инцидентъ оказался единичнымъ, вызваннымъ скорѣе праздничнымъ настроеніемъ, чѣмъ дѣйствительною ненавистью народа къ наблюдателямъ.

Помню сѣрый полумракъ августовскаго вечера наканунѣ затменія. Вопросы рѣшены, всѣ приготовленія закончены и идетъ полушутливый разговоръ на тему, что будетъ завтра утромъ—увидимъ ли мы затменіе, и если и увидимъ, то не струсимъ ли, подобно знаменитому астроному Секки, который, по его собственному признанію, увидавъ въ 1-й разъ полное солнечное затменіе, въ самый критическій моментъ такъ растерялся, что потерялъ нѣсколько драгоцѣнныхъ секундъ быстро преходящаго явленія. Вдругъ на порогѣ появляется Фуссъ—лицо блѣдное, взоръ дико блуждаетъ...

— Что съ вами, г. Фуссъ? Что случилось?

Отъ волненія онъ долго не можетъ говорить и долго сидитъ неподвижно, закрывъ лицо руками.

— Все, все для меня погибло!..

Только много времени спустя намъ удалось узнать отъ него о происшедшемъ.

Цѣлью поѣздки Фусса было, какъ я сказалъ выше, фотографированіе спектра короны. При фотографированіи спектра на обыкновенныхъ свѣточувствительныхъ пластинкахъ получается хорошій снимокъ только одной половины спектра, ближайшей къ фіолетовому концу; а между тѣмъ въ другой половинѣ зрительнаго спектра короны лежитъ много линій, характерныхъ для короны. Фуссу удалось приготовить эмульсію, которая значительно расширяетъ фотографируемую часть спектра и во время ожидаемаго затменія онъ намѣревался впервые примѣнить свое важное открытіе къ дѣлу.

Фотографической лабораторіей служила Фуссу обыкновенная русская баня: окна въ ней были задѣланы, всѣ отверстія закрыты. Пластинки должны быть употребляемы свѣжеприготовленными и на процессъ ихъ подготовленія требуется около 3 дней. Обливъ стекла своей эмульсіей, Фуссъ поставилъ ихъ для просушки къ стѣнѣ своей лабораторіи *эмульсіей кверху*. Вслѣдствіе неизбѣжнаго сотрясенія стѣнъ при ходьбѣ та земля, которою обыкновенно засыпаютъ у насъ потолки бань и другихъ деревенскихъ теплыхъ помѣщеній, осыпалась съ потолка и влипала въ сырой слой эмульсіи.

Вечеромъ, наканунѣ затменія, г. Фуссъ съ ужасомъ замѣтилъ, что его пластинки, покрытыя густымъ слоемъ присохшей земли, къ употребленію совершенно негодны.

— Я много бывалъ среди дикихъ обитателей разныхъ частей свѣта,—съ горечью жаловался Фуссъ, но нигдѣ еще не встрѣчалъ того, что нахожу здѣсь, въ центрѣ вашей Россіи. Да и кто бы могъ думать, что въ зданіи, предназначенномъ для омовенія и очищенія тѣла, приняты всѣ мѣры для полнаго его загрязненія!..

Во-истину это дико и нелѣпо! Хотя съ дѣтства видалъ и пользовался такими же банями, но и въ голову не приходило это грубое несоотвѣтствіе предмета съ назначеніемъ.

Фуссъ былъ безутѣшенъ. Да и что можно было сказать въ утѣшеніе, чѣмъ ослабить горечь сознанія этой ужасной, невольной ошибки?

Случай съ Фуссомъ тяжко отозвался въ настроеніи каждаго изъ насъ: шутки смолкли, разговоръ вполголоса—точно въ домѣ покойникъ или тяжко больной...

Легли спать рано съ тѣмъ же неотвязнымъ вопросомъ: *что будетъ завтра?*

Въ 4-мъ часу утра я вскочилъ, какъ сумасшедшій, отъ трескотни будильника подъ акомпаниментъ мѣднаго таза. Это затѣйникъ Роше вмѣстѣ съ молодымъ кандидатомъ, поднявшись раньше другихъ, устроили музыку, для того, чтобы разбудить заспавшихся. Смѣхъ, шутки—даже эпизодъ съ Фуссомъ точно померкъ.

— Весело встали, каково-то ляжемъ,—замѣчаетъ кто-то.

— Да ужъ вставать ли? не лучше ли сдаться безъ боя?

— Правда, господа, вѣдь все-равно ничего не увидимъ. Давайте-ка лучше спать.

Все небо покрыто густыми темными облаками; вѣтеръ и холодъ. Также сѣро и уныло становится и у насъ на душѣ, когда мы въ 5 часовъ утра выходимъ на свой постъ.

Одинъ Фуссъ смотрѣлъ довольно бодро.

Странный видъ имѣетъ улица. Несмотря на раннiй часъ, всюду виднѣются густыя толпы народа: тутъ и мѣстные жители и, судя по дорожнымъ сумкамъ и костюму, пріѣзжіе на только-что пришедшихъ пароходахъ. Мѣстныя дамы разодѣты по праздничному, въ свѣтлыя платья; многіе скучиваются около загородки бараковъ, другіе спѣшной походкой идутъ куда-то дальше, въ церковь, какъ послѣ узнали, въ ожиданіи свѣтопреставленія. Общее настроеніе довольно серьезное, и вся эта обстановка какъ-то сильнѣе заставляетъ биться сердце въ ожиданіи предстоящихъ $2^1/_2$ минутъ.

Вблизи раздается барабанный бой. Мы въ недоумѣніи переглядываемся. Оказывается, что это рота солдатъ, въ полной амуниціи, призванная охранять насъ отъ изувѣрства толпы. Такъ какъ поведеніе толпы не подаетъ никакихъ поводовъ къ подозрѣнію, Перовъ проситъ отвести войска въ сторону, не препятствуя интересующимся смотрѣть на то, что мы будемъ дѣлать.

Наскоро просматриваемъ свои аппараты и репетируемъ свои роли. Стрѣлки хронометра возвѣщаютъ о наступленіи частнаго затменія.

— Началось!—громко выкрикнулъ одинъ изъ наблюдателей.

— Вотъ такъ началось!— слышится ироническое замѣчаніе изъ толпы.--Нѣтъ, братъ, *его* не узнаешь.

Въ толпѣ пробѣгаютъ шутки, остроты по адресу астрономовъ.

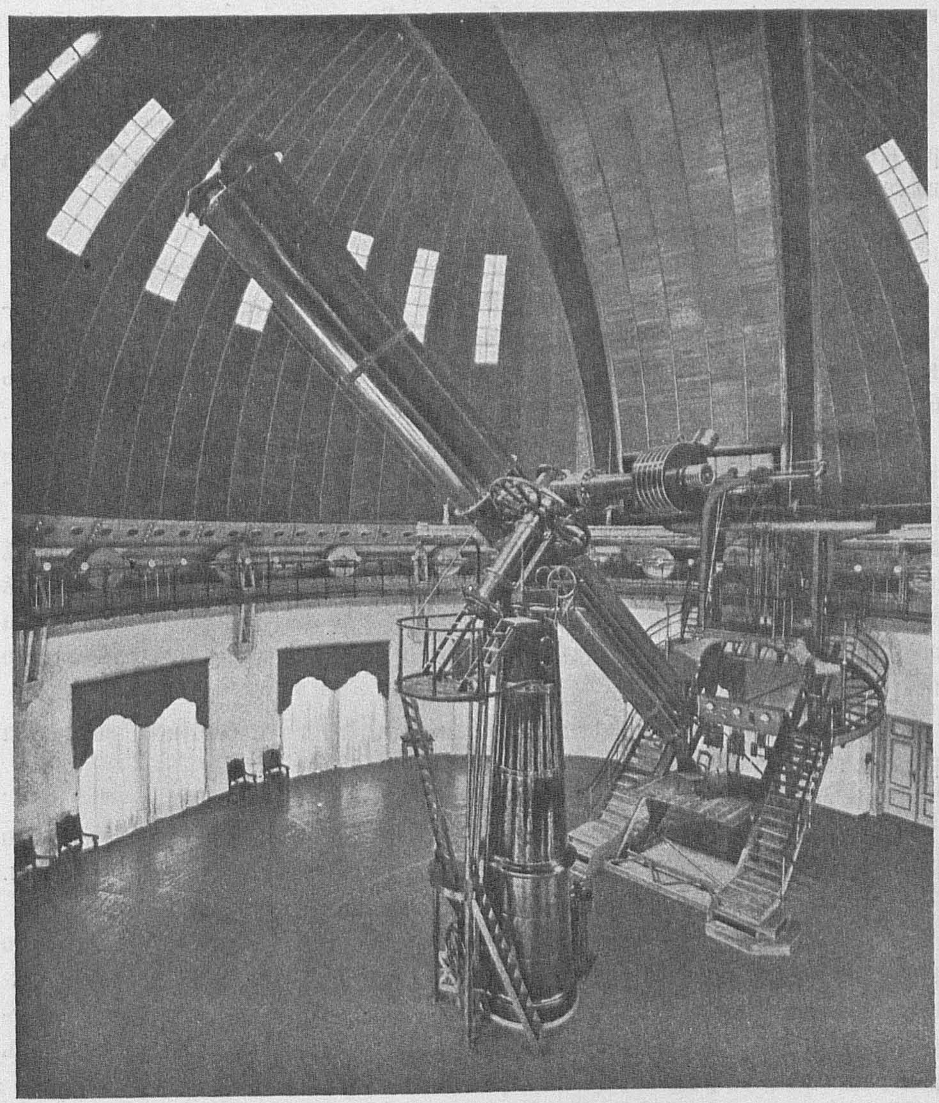


Рис. 163. Большой рефракторъ обсерваторіи въ Потсдамѣ.

А началось ли,—это дѣйствительно вопросъ для скептика: на небѣ ничего, кромѣ облаковъ.

Слово началось ударило по нервамъ, чувствую, какъ по тѣлу пробѣгаетъ нервный трепетъ. Впрочемъ, еще цѣлый часъ до роковыхъ $2^1/_2$ минутъ; эта мысль нѣсколько умѣряетъ волненіе, и я смотрю на своихъ товарищей.

Фуссъ серьезно и сумрачно сидитъ на своемъ посту; спектрографъ покрытъ чехломъ, геліостатъ снятъ; передъ нимъ листъ бумаги и карандашъ. Боюсь потревожить свѣжую рачу и не спрашиваю о его намѣреніяхъ.

Роше пристроился внѣ барака, слѣва отъ меня у штатива своей 3-хъ-дюймовой трубки; слегка посвистываетъ, но на лбу залегла глубокая складка; живые глаза его напряженно ищутъ чего-то среди облаковъ. Вдругъ онъ хватаетъ меня за руку и оживленно указываетъ на клочокъ голубого неба, глянувшій между облаками:

— Въ эту дырочку мы увидимъ Солнце,—прибавляетъ онъ съ увѣренностью.

Лицо моего пріятеля Перова блѣдно и оживленно. Онъ также внимательно смотритъ на небо и временами, нагибаясь, контролируетъ ходъ часового механизма своего аппарата.

— Какъ ведетъ себя вашъ механизмъ?

— Превосходно! Вчера онъ у меня цѣлыхъ 6 часовъ шелъ, какъ хронометръ.

Мой помощникъ спокойнѣе всѣхъ. Это мѣстный изобрѣтатель механикъ-самоучка, безъ каковыхъ, насколько извѣстно, какъ и безъ праведниковъ, не бываетъ ни одного захолустнаго городка. Его дѣло по моей командѣ открывать и закрывать объективы нажатіемъ руки на каучуковые шары, соединенные съ затворами аппарата.

Въ баракѣ Перова подымается какой-то оживленный разговоръ; оказывается, что одинъ изъ наблюдателей, принявшій на себя обязанности помощника при фотографированіи короны, проситъ замѣнить его кѣмъ-либо другимъ, ссылаясь на несложность своихъ обязанностей; дѣло, дѣйствительно, несложное; надо по командѣ Перова открыть и по командѣ закрыть общую прикрышку объективовъ. По просьбѣ Перова, выуживаю изъ среды пріѣхавшихъ одного изъ своихъ знакомыхъ К., брата извѣстнаго писателя. К. замѣстилъ прежняго помощника Перова у фотографическаго аппарата.

Въ это время изъ-за порѣдѣвшихъ облаковъ на фонѣ голубого неба выглянула уродливая фигура серпообразнаго Солнца.

Толпа изумленно заволновалась, загудѣла...

Дѣлаю провѣрку установки аппарата—вѣрно: слабое движеніе прибора около одной изъ осей ставитъ изображеніе Солнца какъ разъ въ центръ поля зрѣнія трубы.

— Полчаса до фазы полнаго затменія,—раздается предупрежденіе.

Въ баракѣ Перова замѣчается какое-то движеніе. Оказывается К., внимательно приглядывавшійся къ аппарату, замѣтилъ, что часовой механизмъ остановился. Бываютъ же такія несчастныя случайности! Механизмъ, тщательно вывѣренный опытной рукой Перова и безукоризненно работавшій во время многихъ предыдущихъ пробъ, спасовалъ передъ самымъ наступленіемъ критическаго момента.

Къ счастью, исправленіе оказалось несложнымъ и черезъ 2 минуты заупрямившіяся колеса механизма опять повели аппаратъ.

Облака рѣдѣютъ все болѣе и болѣе; теперь Солнце только временами, на короткія мгновенія, прячется за облака.

— 20 минутъ до полной фазы!—раздается то же предупрежденіе.

Слышу взволнованный, дрожащій голосъ Перова, обращенный къ К.

— Прошу васъ помнить ваши обязанности... Да знайте, если вы зазѣваетесь или вздумаете уйти раньше срока, то... видите этотъ ключъ?—показываетъ на увѣсистый кусокъ стали.—Я за себя не ручаюсь. Имѣйте это въ виду...

— Хорошо,—покорно заявляетъ тотъ.—А какъ я долженъ стоять при исполненіи своихъ обязанностей? Могу ли лицомъ къ Солнцу?

— Вы должны стать лицомъ *къ аппарату,* значитъ спиной къ Солнцу.

— Извините, я не согласенъ!

— Ну, какъ вамъ угодно...

К. уходитъ въ толпу и его мѣсто занимаетъ прежній помощникъ.

Я съ изумленіемъ смотрю на Перова и не узнаю—неужели это тотъ самый мягкій, скромный человѣкъ, характеръ и душевный складъ котораго такъ чуждъ насилія и грубости?

— 15 минутъ!..

— 10 минутъ!..

Отъ Солнца остается очень небольшой серпикъ, который теперь быстро убываетъ.

— 5 минутъ!..

Что это? вмѣсто узкаго серпа съ заостренными концами, я вижу дугу свѣта съ сильно притупленными оконечностями.

«Да это иррадіація!»—проносится молніей въ моей головѣ.

Отвожу глаза отъ трубы и вижу быстро наступающее потемнѣніе—точно несется темная туча, закрывающая собою Солнце. Напоминаю своему помощнику объ его обязанностяхъ и дрожащею отъ волненія рукою выдвигаю крышку кассеты.

— Одна минута!..

Защищаю глаза темнымъ стекломъ и впиваюсь глазами въ окуляръ: тупые концы яркой полоски Солнца быстро бѣгутъ другъ къ другу навстрѣчу... Боже мой! да Солнце у меня совсѣмъ не въ центрѣ поля зрѣнія! Холодѣя отъ сознанія допущенной было ошибки, хватаюсь за установочный винтъ и веду изображеніе Солнца въ центръ поля зрѣнія; пытаюсь его здѣсь удерживать и къ досадѣ своей вижу, какъ чувствуетъ весь аппаратъ дрожаніе моихъ рукъ. Какъ это глупо, нелѣпо!.. Впрочемъ, Секки...

Вдругъ поле зрѣнія потемнѣло... бросаю темное стекло, и передо мною открывается великолѣпная картина полнаго затменія: ослѣпительное Солнце исчезло безъ остатка, вмѣсто него черный, какъ уголь, дискъ луны, окруженный нѣжнымъ ореоломъ солнечной атмосферы, тамъ и сямъ виднѣются красные языки водородныхъ выступовъ и облаковъ.

Подаю голосомъ условный сигналъ своему помощнику и, отведя на мгновеніе глаза отъ окуляра, съ ужасомъ вижу, что онъ, ничего не слыша, остолбенѣлыми глазами смотритъ на черное пятно неба, пока мой отчаянный выкрикъ не разбиваетъ его очарованія.

Въ тѣ краткія мгновенія, когда, отрываясь отъ окуляра, я почти украдкою успѣвалъ бросить взглядъ вокругъ, къ удивленію замѣтилъ, что далеко не такъ темно, какъ представлялъ себѣ по описаніямъ. Смутно припоминаю страшную тишину гудѣвшей передъ тѣмъ толпы, которая онѣмѣла теперь отъ испуга и неожиданности видѣннаго; помню звонкіе удары секундобойчика въ среднемъ баракѣ, да чьи-то робкія рыданія въ толпѣ. Плохо помню и то, какъ я велъ свое дѣло. Вихремъ пролетѣли $2^1/_2$ минуты—вотъ брызнулъ 2-й ослѣпительный лучъ фотосферы, и въ то же мгновеніе угасло чудное явленіе.

Этотъ лучъ былъ сигналомъ къ прекращенію всѣхъ нашихъ дѣлъ: быстро сбѣгаемся въ кучу обмѣняться замѣчаніями и впечатлѣніями. Оказалось, что никто, повидимому, не напуталъ, все какъ будто обстоитъ благополучно. Фуссъ съ сіяющимъ лицомъ привѣтствуетъ насъ съ успѣхомъ и показываетъ прекрасные рисунки короны.

— Въ присутствіи облаковъ, которыя много давали разсѣяннаго свѣта, я, все равно, не могъ бы фотографировать спектра короны...—поясняетъ онъ свою радость.

Лучъ Солнца оживилъ и самую толпу: послышались радостныя восклицанія, кое-кто по-русски крупно крестился и клалъ поклоны, обратясь на Солнце.

Серпъ Солнца растетъ, расцвѣтаютъ и надежды простолюдина на то, что конецъ свѣта отсроченъ и что Солнце опять по старому будетъ свѣтить ему и согрѣвать его. Многіе уже перелѣзли теперь черезъ барьеръ и съ любопытствомъ разсматриваютъ астрономическіе приборы, а барабанный бой удаляющейся роты солдатъ краснорѣчивѣе всякихъ словъ говоритъ о томъ, что толпа на радостяхъ уже забыла преступныя намѣренія «остроумовъ».

Въ результатѣ отъ этой вполнѣ удачной экспедиціи оказалось, кажется: 20 фотографій Перова (5 смѣнъ кассетъ) и 12 фотографій Роше (3 смѣны), сверхъ того, много рисунковъ короны.

Таковы тѣ переживанія астрономовъ во время полныхъ солнечныхъ затменій, о которыхъ даетъ понятіе С. Щербаковъ. Но разъ мы заговорили о затменіяхъ, то сдѣлаемъ кое-какія необходимыя дополненія по этому предмету:

Носясь въ пространствѣ вокругъ лучистаго Солнца, Земля и Луна отбрасываютъ въ противоположную ему сторону огромные конусы тѣни и полутѣни. Когда Луна входитъ въ тѣнь Земли, происходитъ лунное затменіе, когда же она проходитъ прямо между нами и Солнцемъ, происходитъ солнечное затменіе. Эти общія понятія читателю, вѣроятно, знакомы, рисунокъ же 164 даетъ о сказанномъ наглядное представленіе. Но здѣсь можетъ возникнуть нѣсколько вопросовъ; и первый изъ нихъ состоитъ въ слѣдующемъ: какимъ образомъ небольшая даже сравнительно съ Землей Луна можетъ совершенно скрыть отъ насъ колоссальную громаду Солнца?

Дѣйствительно, истинный поперечникъ Солнца превосходитъ почти въ 400 разъ поперечникъ Луны, но за то и разстояніе Солнца отъ Земли почти въ 400 разъ болѣе луннаго разстоянія. Вслѣдствіе этой случайности видимые размѣры обоихъ свѣтилъ кажутся почти одинаковыми. Эти видимые размѣры нѣсколько колеблются въ величинѣ, потому что мы то приближаемся къ Солнцу, то удаляемся отъ него; и точно также Луна, описывая свою элиптическую орбиту, то приближается къ Землѣ, то удаляется отъ нея. Поэтому то солнечный дискъ представляется намъ бо̀льшимъ луннаго, то, наоборотъ,—лунный дискъ больше солнеч-

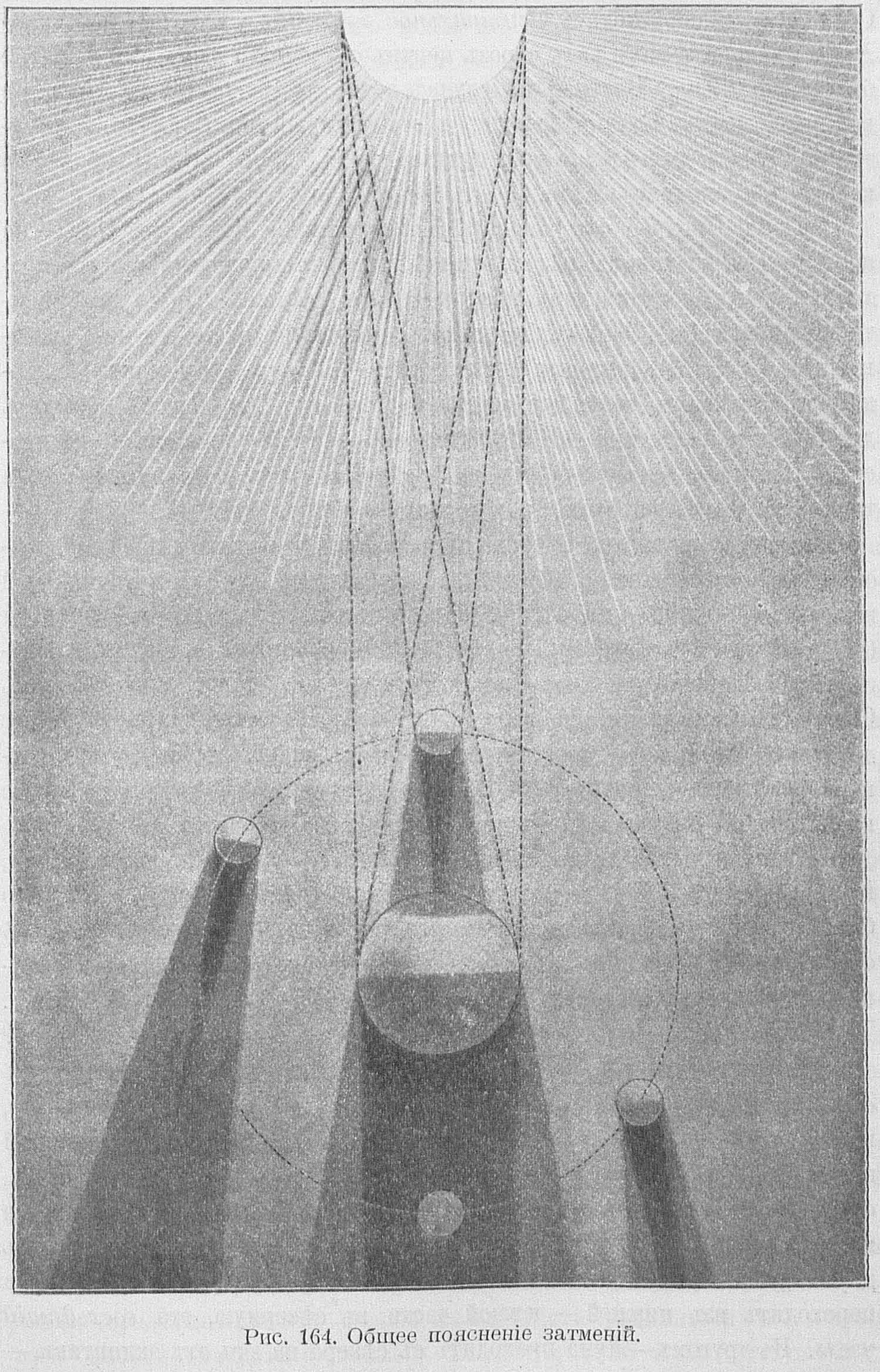


Рис. 164. Общее поясненіе затменій.

наго. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ Луна и можетъ совершенно закрыть Солнце, если происходитъ *центральное затменіе*, т. е. центръ диска Луны проходитъ какъ разъ черезъ центръ солнечнаго диска,—и затменіе будетъ *полнымъ*. Но если въ случаѣ того же центральнаго затменія видимый дискъ Солнца больше, чѣмъ видимый дискъ Луны, то затменіе будетъ *кольцеобразное*: темный дискъ Луны будетъ окруженъ кольцомъ солнечнаго свѣта.

Подобное полное или кольцеобразное затменіе можно увидѣть, если помѣститься на такомъ мѣстѣ земной поверхности, черезъ которое проходитъ линія, соединяющая центры обоихъ свѣтилъ. Путь такой центральной линіи по Землѣ обыкновенно предвычисляется заранѣе и наносится на карты, которыя публикуются въ астрономическихъ календаряхъ. Замѣтимъ здѣсь же кстати, что у насъ въ Россіи выходятъ два такихъ календаря: «Русскій астрономическій календарь», издаваемый Нижегородскимъ кружкомъ любителей физики и астрономіи, а также «Ежегодникъ русскаго астрономическаго общества».

Солнечное затменіе будетъ представляться полнымъ или кольцеобразнымъ только въ областяхъ, прилегающихъ къ вышеупомянутой центральной линіи,—на нѣсколько километровъ сѣвернѣе и южнѣе ея (во всякомъ случаѣ не дальше 100—200 километровъ). За этой полосой наблюдается уже *частное* затменіе, т. е. такое, при которомъ Солнце только отчасти покрывается Луной. Наконецъ, въ еще болѣе далекихъ областяхъ Земли затменія не будетъ видно совсѣмъ. Этимъ солнечное затменіе отличается отъ луннаго, которое можно въ одно и то же время видѣть на всемъ полушаріи Земли, надъ которымъ свѣтитъ Луна.

Теперь является другой вопросъ: Двигаясь вокругъ Земли, Луна, вѣдь, каждый мѣсяцъ располагается между Солнцемъ и Землей. Это бываетъ во время каждаго *новолунія* (см. ниже о «фазахъ Луны», въ очеркахъ *Земля и Луна*), когда Луна обращена къ намъ своей неосвѣщенной Солнцемъ стороной, или, какъ говорятъ, когда Луны не видно. Такъ почему же мы не наблюдаемъ солнечныхъ затменій ежемѣсячно?

Чтобы уяснить это, надо помнить, что орбита (путь) Луны вокругъ Земли *не совпадаетъ* съ плоскостью эклиптики (см. выше, стр. 53), въ которой движется вокругъ Солнца Земля, но наклонена къ этой плоскости подъ угломъ приблизительно на 5° градусовъ. Поэтому тѣнь, отбрасываемая Луной отъ Солнца, будетъ, вообще говоря, проносится мимо Земли. Но орбита Луны пересѣкаетъ плоскость эклиптики въ двухъ точкахъ, которыя называются *узлами*. Въ одномъ узлѣ Луна переходитъ изъ нижней — южной части въ сѣверную, это *восходящій узелъ*. Въ другомъ—Луна проходитъ съ сѣвера на югъ отъ эклиптики,—это *нисходящій узелъ*.

Теперь, думаемъ, читателю будетъ понятно, что конусъ Лунной тѣни можетъ упасть на Землю только въ тѣхъ случаяхъ, когда 1) Луна будетъ въ какомъ либо изъ своихъ узловъ, или близъ него, и 2) по направленію того же узла будетъ находиться на видимомъ сводѣ небесномъ и Солнце. Только при такихъ относительныхъ положеніяхъ Солнца, Земли и Луны вершина конуса лунной тѣни вычертитъ на земной поверхности ту узкую полосу полнаго солнечнаго затменія, о которой говорилось выше.

Только что указаное взаимное расположеніе Солнца, Земли и Луны повторяется періодически приблизительно черезъ восемнадцать лѣтъ и 12 сутокъ. Этотъ періодъ носитъ въ астрономіи названіе *саросъ*. По прошествіи сароса затменія всѣхъ видовъ повторяются. Напр., затменіе, бывшее въ маѣ 1900 года, можно считать повтореніемъ затменія 1882, 1864, 1846 и т. д. годовъ. Но при повтореніи слѣдующее затменіе *невидимо въ прежней части Земли* вслѣдствіе того, что саросъ содержитъ не круглое число сутокъ, а извѣстное число сутокъ и еще восемь часовъ. Въ эти восемь часовъ Земля совершаетъ треть оборота около своей оси, и такимъ образомъ подъ конусъ лунной тѣни попадаетъ другое мѣсто земной поверхности. Солнечное затменіе бываетъ видимо въ области, отстоящей на треть окружности земного шара (или на 120°) долготы къ западу отъ того мѣста, гдѣ оно было передъ тѣмъ. Только послѣ трехъ періодовъ явленіе повторяется вблизи того же мѣста. Но за это время движеніе Луны измѣняется настолько, что ея тѣнь проходитъ дальше къ югу или сѣверу отъ прежняго мѣста.

Продолжительность полнаго покрытія луннымъ дискомъ Солнца очень невелика, обыкновенно 2—3 минуты, но есть два ряда затменій, замѣчательныхъ нѣсколько бо̀льшей продолжительностью полной фазы. Къ одному изъ нихъ принадлежало затменіе 1868 г. Такое затменіе повторилось въ 1886 и затѣмъ снова въ 1904 г. Но при первомъ повтореніи тѣнь проходила почти исключительно надъ Атлантическимъ и Тихимъ океанами, такъ что оно не было удобно для астрономическихъ наблюденій. Затменіе 9 сентября 1904 г. также прошло только по Тихому океану. Повтореніе этого затменія 1 сентября 1922 г. будетъ видимо въ сѣверной Австраліи, гдѣ продолжительность полной фазы будетъ около четырехъ минутъ.

Къ другому замѣчательному ряду принадлежатъ затменія 7 мая 1883 г. и 11 мая 1901 г. При слѣдующихъ повтореніяхъ этого затменія продолжительность полной фазы будетъ удлиняться въ теченіе всего нашего двадцатаго столѣтія. Въ 1937, 1955 и 1973 гг. оно превзойдетъ 7 минутъ, такъ что въ отношеніи продолжительности слѣдующія поколѣнія увидятъ болѣе замѣчательныя затменія, чѣмъ тѣ, какія наблюдало человѣчество въ послѣдніе вѣка.

Приведенными данными относительно солнечныхъ затменій и ограничимся. О лунныхъ затменіяхъ поговоримъ ниже въ очеркѣ, посвященномъ этому свѣтилу и Землѣ.

Описывая то, что извѣстно о строеніи Солнца и происходящихъ на немъ явленіяхъ, мы ничего еще не сказали о томъ, что составляетъ, такъ сказать, самую его сущность,—о его *ядрѣ*, составляющемъ не менѣе девяти десятыхъ общей массы Солнца. Но непосредственныхъ наблюденій надъ ядромъ производить, нельзя, поэтому о строеніи его можно дѣлать только болѣе или менѣе вѣроятныя догадки на основаніи наблюденій его поверхности и разныхъ теоретическихъ соображеній. Но если вспомнить, насколько трудно-объяснимы даже наблюдаемыя явленія на Солнцѣ, то станетъ понятно, насколько трудно достовѣрно судить о строеніи его невидимаго ядра. Главнѣйшіе и наиболѣе вѣроятные выводы, къ каторымъ пришла наука въ этомъ отношеніи, состоятъ въ слѣдующемъ.

Ядро Солнца находится въ газообразномъ или жидкомъ состояніи. Къ такому заключенію приводитъ прежде всего фактъ малой плотности Солнца по сравненію съ его объемомъ. Плотность Солнца въ четыре раза меньше плотности Земли. Поэтому предположеніе, что ядро его твердо, должно вызывать другое предположеніе—о существованіи какого то особаго весьма неплотнаго и вмѣстѣ твердаго вещества. Кромѣ того извѣстенъ фактъ, что поверхность Солнца вращается поясами съ различной скоростью (см. стр. 256), и есть основаніе думать, что такое вращеніе проникаетъ въ довольно глубокіе слои Солнца, но подобнымъ вращеніемъ не можетъ обладать твердое тѣло, и это тоже говоритъ въ пользу газообразности или жидкаго состоянія солнечнаго ядра. Предположеніе о твердости солнечнаго ядра въ настоящее время отвергнуто всѣми. Что же касается того, жидко ли оно или газообразно, то это вопросъ нерѣшенный, но большинство ученыхъ склонны думать, что это ядро газообразно. Но газы, составляющіе ядро, находятся въ такомъ исключительномъ состояніи, которое никакъ не вяжется съ нашимъ обыкновеннымъ представленіемъ о газѣ.

Прежде всего эти газы должны находиться подъ такимъ огромнымъ давленіемъ, которое трудно себѣ представить, и давленіе это должно увеличиваться по мѣрѣ приближенія къ центру Солнца. Кромѣ того, тѣ же газы раскалены до температуры въ нѣсколько десятковъ тысячъ, а можетъ и въ нѣсколько милліоновъ градусовъ.

Извѣстно, что при наличности большого давленія всѣ газы обращаются въ жидкость. Но это только въ томъ случаѣ, если они *охлаждены* ниже извѣстной для каждаго газа (такъ называемой *критической*) температуры. Если температура газа выше этой критической температуры, то его нельзя обратить въ жидкость никакимъ давленіемъ. Температура солнечныхъ газовъ, какъ уже указано, по всей вѣроятности такова, что объ обращеніи ихъ въ жидкость хотя бы тысячами милліоновъ атмосферъ давленія не можетъ быть и рѣчи. Такимъ образомъ надо думать, что центральная часть солнечнаго ядра представляетъ собою огромнѣйшую массу невѣроятно сдавленныхъ и вмѣстѣ невѣроятно раскаленныхъ газовъ. Очень можетъ быть, что въ такомъ состояніи они напоминаютъ собой такъ называемыя *вязкія* вещества, напр., незасохшую смолу, густой клей и т. д.

Итакъ, изучающая наше великое свѣтило наука дѣлитъ его для удобства обозрѣнія и изложенія выводовъ на слѣдующія главныя части: 1) центральное ядро, 2) фотосферу, съ ея пятнами, факелами, флоккулами и проч., 3) обращающій слой, 4) хромосферу съ прорывающимися и плавающими надъ ней протуберанцами и 5) солнечную корону.

Рис. 165. А. П. Ганскій.

Не надо думать, что эти области Солнца рѣзко отграничены другъ отъ друга и совершенно различны по своимъ физическимъ и химическимъ свойствамъ. Болѣе или менѣе строгаго разграниченія и равновѣсія на Солнцѣ не существуетъ. Все говоритъ о томъ, что до сихъ поръ еще великое свѣтило находится въ состояніи неустанной дѣятельности и бурнаго броженія. Но въ этой неустанной и съ виду хаотичной дѣятельности, замѣчена нѣкоторая періодичность. Объ «одиннадцатилѣтнемъ» періодѣ, наблюдаемомъ въ появленіи солнечныхъ пятенъ было уже упомянуто. Такую же періодичность удалось подмѣтить для факеловъ, протуберанцевъ и бурной дѣятельности хромосферы. Можно считать также несомнѣнной связь между напряженіемъ солнечной дѣятельности и формой его короны. Нашъ безвременно погибшій талантливый астрономъ А. П. Ганскій (1870—1908), изучивъ и сопоставивъ всѣ извѣстныя наблюденія солнечной короны, начиная съ 1842 года, пришелъ къ заключенію, что форма ея мѣняется періодически вмѣстѣ съ числомъ солнечныхъ пятенъ, т. е. періодъ этихъ измѣненій равенъ также приблизительно 11-ти годамъ.

Когда на Солнце пятенъ очень много, то корона его имѣетъ видъ довольно равномѣрнаго сіянія вокругъ всего Солнца съ сравнительно небольшими отдѣльными лучами, идущими главнымъ образомъ по продолженію радіусовъ Солнца; яркость короны въ это время очень значительна,—по меньшей мѣрѣ въ 10 разъ больше яркости полной Луны. По мѣрѣ уменшенія числа пятенъ, корона начинаетъ отступать отъ полюсовъ Солнца, и отдѣльные лучи ея удлиняются и загибаются по направленію къ солнечному экватору; яркость короны въ то же время уменьшается. При наступленіи минимума пятенъ, корона сильно вытягивается параллельно солнечному экватору, а на полюсахъ остаются только очень короткіе лучи; яркость короны въ это время едва превосходитъ яркость полной Луны. При дальнѣйшемъ увеличеніи числа солнечныхъ пятенъ измѣненія короны происходятъ въ обратномъ порядкѣ до новаго максимума солнечной дѣятельности и т. д. Законъ этотъ казался настолько очевиднымъ, что А. П. Ганскій рѣшился предсказать форму короны для затменія 1900 года. Предсказаніе его подтвердилось, и полученныя фотографіи совпали даже въ подробностяхъ съ рисункомъ, сдѣланнымъ Ганскимъ заранѣе. Всѣ послѣдующія затменія подтвер-

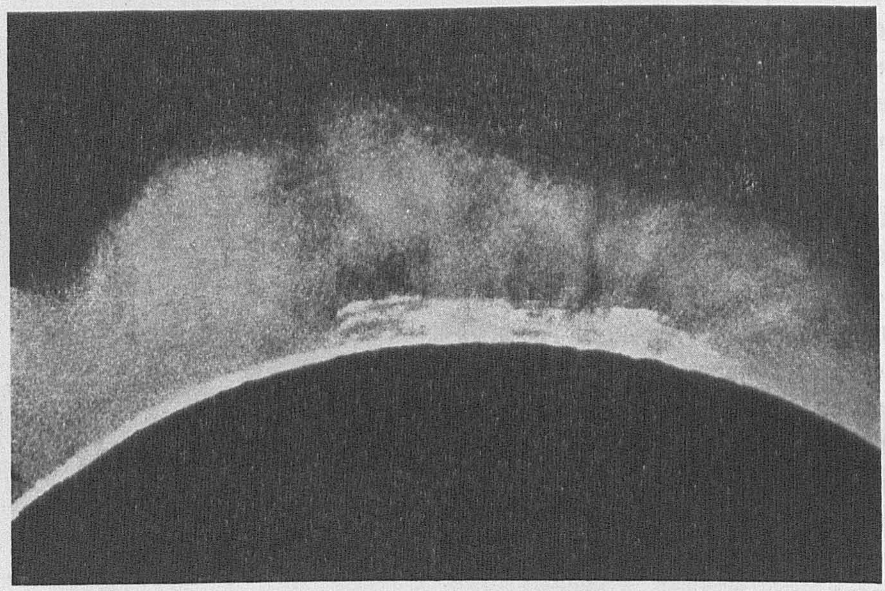
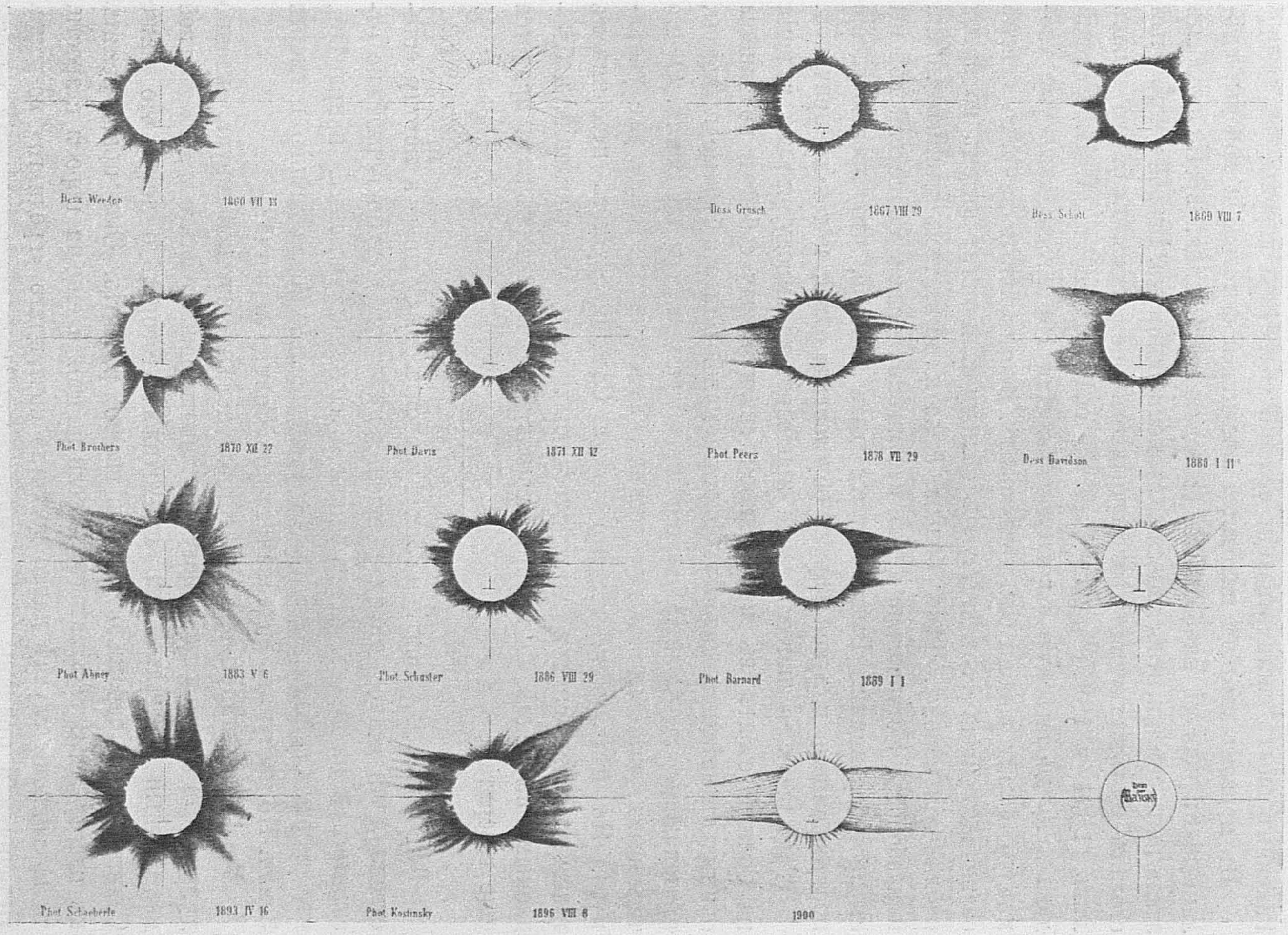


Рис. 166. Подробности строенія солнечной короны надъ протуберанцами во время затменія 30 августа 1905 г. по наблюденіямъ А. П. Ганскаго.



Dess Weedon
1860 VII 18
Dess Grusch
1867 VIII 29
Dess Schott
1869 VIII 7
Phot Brothers
1870 XII 22
Phot Davis
1871 XII 12
Phot Peers
1878 VII 29
Dess Davidson
1883 I 11
Phot Abney
1883 V 6
Phot Schuster
1886 VIII 29
Phot Barnard
1889 I 1
Phot Schaeberle
1893 IV 16
Phot Kostinsky
1896 VIII 8
1900

Рис. 167. Таблица А. П. Ганскаго, показывающая измѣненія солнечной короны сообразно съ 11-лѣтнимъ періодомъ дѣятельности Солнца (см. стр. 286—288).

ждали одно за другимъ найденный ихъ законъ, благодаря чему является возможность предсказывать заранѣе форму солнечной короны. Рисунокъ 168 даетъ читателю представленіе о предпринятомъ покойнымъ Ганскимъ опытѣ систематизаціи явленій солнечной короны.

Въ первомъ столбцѣ находятся рисунки и фотографіи короны, сдѣланные въ періодѣ наибольшей дѣятельности Солнца. Третій столбецъ заключаетъ снимки, относящіеся ко времени минимума. Второй и четвертый столбцы соотвѣтствуютъ промежуточнымъ временамъ. Если для иныхъ лѣтъ (1864 и 1891) наблюденій не оказывалось, то А. П. Ганскій давалъ предполагаемую форму короны. Для 1900 года, какъ уже упомянуто, форму короны онъ предсказалъ. Вертикальныя линіи въ центрѣ солнечнаго диска соотвѣтствуютъ общему количеству пятенъ во время наблюденія короны. Чѣмъ больше было пятенъ, тѣмъ длиннѣе линіи, и наоборотъ. Установлена также несомнѣнная связь Солнечной короны съ протуберанцами. Высказывается даже мнѣніе, что происхожденіе протуберанцевъ и лучей короны обусловлено одной и той же причиной.

Такъ шагъ за шагомъ наука приходитъ къ выводу, что всѣ явленія на Солнцѣ стоятъ въ несомнѣнной связи между собой и подчинены одиннадцатилѣтнему періоду. Но этого мало. Всѣ эти бурные процессы, протекающіе на Солнцѣ, несомнѣнно отражаются и на Землѣ. О его тепловыхъ, свѣтовыхъ и химическихъ воздѣйствіяхъ было уже упомянуто. Но нѣтъ сомнѣнія, что то же Солнце служитъ источникомъ также многочисленныхъ электрическихъ и магнитныхъ явленій, наблюдаемыхъ на Землѣ. О нѣкоторыхъ изъ этихъ процессовъ намъ придется еще говорить.

Вся жизнь и развитіе на Землѣ зависятъ отъ Солнца, а потому естественно, что всякое крупное явленіе на немъ должно неизбѣжно отзываться и на Землѣ. Нѣтъ никакого сомнѣнія въ томъ, напримѣръ, что смерть Солнца повела бы къ немедленному обледенѣнію и смерти Земли. Но наступитъ ли такая смерть Солнца и когда?

Увы! Большинство авторитетовъ астрономической науки склонно думать, что жизнь нашего могучаго животворящаго свѣтила имѣетъ свой неизбѣжный предѣлъ. Уже приходилось говорить о томъ, что наше Солнце давно пережило періодъ своего развитія. Оно принадлежитъ къ классу *желтыхъ* звѣздъ, и если не стоитъ еще на порогѣ старости, то во всякомъ случаѣ давно достигло почтеннаго «средняго» возраста. Источники и причины его изумительно щедраго лучеиспусканія, каковы бы они ни были,—не могутъ продолжаться вѣчно. Все, повидимому, говоритъ за то, что наступитъ нѣкогда время, когда это мчащееся въ безпредѣльности, брызжущее свѣтомъ и тепломъ, увлекающее за собой цѣлую систему тѣлъ свѣтило отдастъ пространству свои послѣдніе свѣтовые и тепловые лучи, и... холодъ смерти, безсилія и мрака вычеркнетъ изъ жизни вселенной весь этотъ солнечный прекрасный міръ. Въ холодную могилу безпросвѣтно-темнаго пространства погрузится Солнце со всей его системой.

Такія безотрадныя картины рисуютъ иные о будущемъ нашего Солнца, о его неизбѣжномъ концѣ. Но здѣсь въ «утѣшеніе» является новая мысль, — мысль объ огромности того времени, о неисчислимости милліоновъ лѣтъ до тѣхъ поръ, когда все это произойдетъ. Жизнь человѣка короче мгновенія; а жизнь, уже прожитая человѣчествомъ, быстротечнѣе жизни бабочки въ сравненіи съ этимъ потокомъ безконечнаго. Да и что еще случится съ человѣкомъ *до тѣхъ поръ?* Вспомнимъ наконецъ, что все это пока только предположенія. Вѣдь жизнь Солнца все же еще загадка для насъ. Во всякомъ случаѣ мы можемъ спать спокойно. *Намъ* нечего бояться за себя, за своихъ дѣтей и внуковъ...

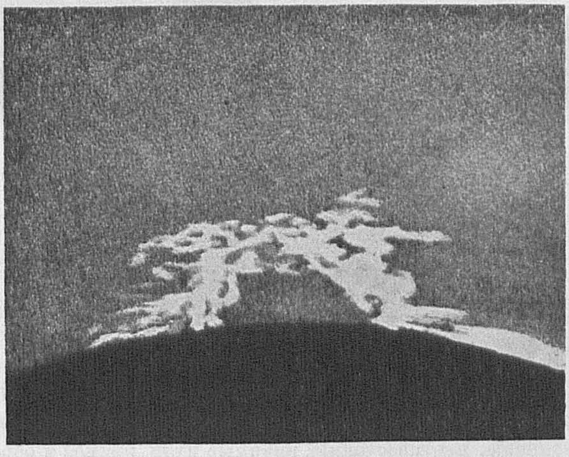


Рис. 168. Солнечный протуберанецъ по фотографіи Холля въ Чикаго 3-го іюля 1894 г.

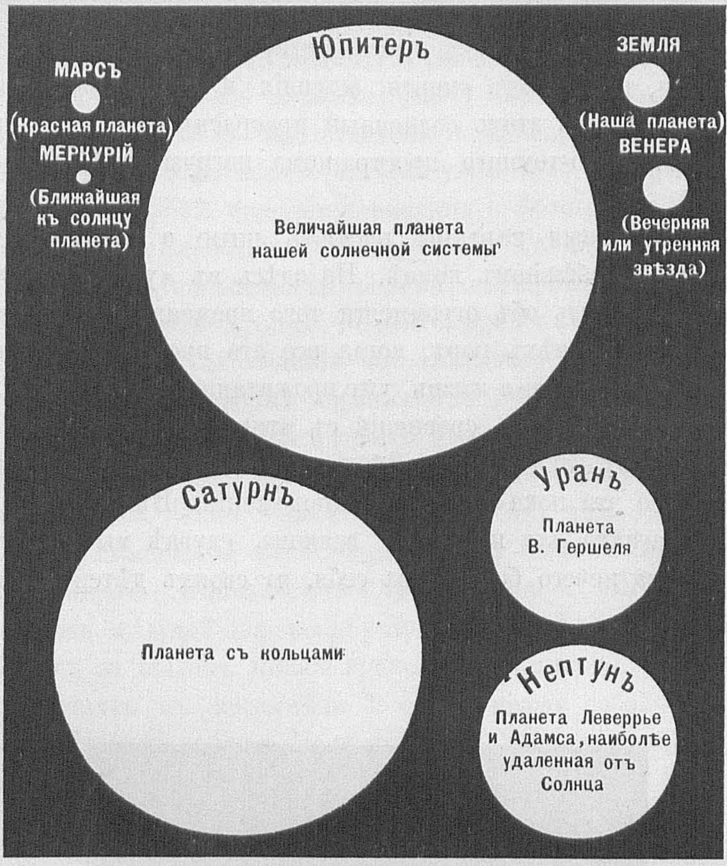

МАРСЪ
(Красная планета)
МЕРКУРІЙ
(Ближайшая къ солнцу планета)
Юпитеръ
Величайшая планета нашей солнечной системы
ЗЕМЛЯ
(Наша планета)
ВЕНЕРА
(Вечерняя или утренняя звѣзда)
Сатурнъ
Планета съ кольцами
Уранъ
Планета В. Гершеля
Нептунъ
Планета Леверрье и Адамса, наиболѣе удаленная отъ Солнца

Рис. 169. Сравнительная величина главныхъ планетъ солнечной системы.

ГЛАВА ШЕСТАЯ.

Общія замѣчанія о солнечной планетной системѣ. — Большія планеты и астероиды. — Верхнія и нижнія планеты. — Свѣдѣнія, относящіяся ко всѣмъ планетамъ вообще: элонгація, соединеніе, противостояніе, видимые пути, прямое и обратное движеніе. — Меркурій. — О сидерическомъ и синодическомъ обращеніи планетъ. — Альбедо. — Венера. — Марсъ. — Астероиды. — Юпитеръ. — Сатурнъ. — Уранъ. — Нептунъ.

Приступая къ знакомству съ каждой отдѣльной изъ составляющихъ солнечную систему планетъ, сдѣлаемъ вначалѣ общее замѣчаніе или, вѣрнѣе,—нѣкоторое предостереженіе. Отъ области безконечнаго, изъ міра звѣздъ, туманностей и собрата ихъ величественнаго Солнца, мы вступаемъ въ область конечной и сравнительно небольшой нашей солнечной системы. Казалось бы, при могуществѣ средствъ современной науки, при современномъ искусствѣ наблюденій, мы о каждомъ членѣ нашего солнечнаго міра должны имѣть свѣдѣнія, въ достаточной степени удовлетворяющія пытливости нашего духа. Вѣдь если взять разстояніе ближайшей къ намъ звѣзды (α Центавра, см. стр. 163) и крайняго предѣла солнечной системы—Нептуна, то какая получается огромная разница: Нептунъ оказывается «совсѣмъ близкимъ»... Такъ что же мѣшаетъ намъ знать о строеніи, составѣ и жизни Нептуна гораздо больше, чѣмъ о строеніи и жизни альфы Центавра? Мы должны, казалось бы, знать о Нептунѣ если не все, то хоть главное.

Кое-что «главное» о большинствѣ планетъ мы, пожалуй, и знаемъ. Мы довольно точно знаемъ ихъ разстояніе отъ Солнца, ихъ вѣсъ, время обращенія около того же Солнца и даже точное время обращенія нѣкоторыхъ около собственной оси. Знаемъ также положеніе каждой планеты въ каждый данный моментъ на небесномъ сводѣ. Можемъ съ нѣкоторой увѣренностью судить объ общемъ физическомъ состояніи нѣкоторыхъ изъ нихъ въ данное время, но и только. *Самое главное* для человѣка все-таки заключается въ жаждѣ проникнуть въ *тайну жизни*, совершающейся на окружающихъ насъ ближайшихъ мірахъ, въ желаніи разсмотрѣть подробности ихъ устройства. Жажда эта тѣмъ болѣе законна, что мы, дѣти Земли, часто слышимъ, что всѣ планеты—братья и сестры этой Земли; всѣ получились одинаковымъ путемъ, и всѣ дѣти одного и того же Солнца, вмѣстѣ съ которымъ произошли изъ одной какой-либо туманности. Знаемъ также, что на помощь могущественному телескопу и свѣточувствительной пластинкѣ пришелъ спектральный анализъ, новый «языкъ вселенной», но... этимъ послѣднимъ языкомъ ясно говорятъ только самосвѣтящіяся тѣла, могущественныя солнца-звѣзды.

Планеты—темныя, совсѣмъ или сравнительно остывшія тѣла, свѣтящія заимствованнымъ, отраженнымъ свѣтомъ. Близка планета къ Солнцу—бѣда: она прячется въ его лучахъ; далека она отъ него—опять бѣда: слишкомъ мало она отражаетъ свѣта. А если на планетѣ обнаруживается атмосферный покровъ съ парами и облаками, то какъ проникнуть взоромъ хотя бы самаго сильнаго телескопа на ея поверхность и судить о тайнахъ сокрытой тамъ жизни или молчаливой смерти? Если, съ одной стороны, видимая поверхность Луны изучена настолько, что составлены ея карты, которыя полнѣе и точнѣе земныхъ, то съ другой,—что мы можемъ сказать объ устройствѣ поверхности и условіяхъ жизни на Венерѣ, Юпитерѣ, Меркуріи, Сатурнѣ, Уранѣ, Нептунѣ?.. Очень мало или почти ничего! Преодолѣны огромныя трудности, но человѣческому уму предстоитъ благодарная задача преодолѣть еще большія. Объ этомъ приходится говорить и напоминать потому, что незнакомые съ предметомъ люди часто приступаютъ къ астрономіи со слишкомъ большими требованіями. Имъ кажется, что эта наука должна имъ объяснить и дать *все*... всѣ тайны мірозданія и жизни во вселенной. Когда же эта добросовѣстная наука говоритъ, что ей безспорно извѣстны только вотъ такіе-то факты, то иной отходитъ съ разочарованіемъ...

— Только-то!..—говоритъ онъ.—А я думалъ...

Позвольте! Что же вы думали? Въ данномъ случаѣ необходимо всегда помнить одно: чѣмъ меньше извѣстно намъ о какомъ-либо предметѣ, тѣмъ, значитъ, онъ труднѣе для изслѣдованія. Но если о такомъ трудномъ предметѣ уже достовѣрно извѣстно что-либо, то прежде всего надо отдавать должное тѣмъ, кто хотъ сколько-нибудь расширилъ предѣлы человѣческаго положительнаго знанія. Если съ этой точки зрѣнія взглянуть на дѣло, то окажется, что результаты изученія хотя бы солнечной системы, пожалуй, и не такъ уже малы. Дадимъ понятіе объ этихъ результатахъ, при чемъ разсмотримъ планеты въ порядкѣ ихъ разстоянія отъ Солнца, начиная съ ближайшей. Землю съ ея спутникомъ, Луной, выдѣлимъ изъ этого обозрѣнія въ отдѣльный очеркъ.

Припомнимъ вкратцѣ, что уже говорилось о планетахъ въ разныхъ мѣстахъ этой книги, и ознакомимся съ нѣкоторыми новыми понятіями и техническими выраженіями.

Въ солнечной системѣ въ настоящее время насчитываютъ *восемь большихъ* планетъ. Приводимъ ихъ названія, по порядку, начиная отъ ближайшей къ Солнцу и оканчивая наиболѣе удаленной. При каждомъ названіи поставленъ и соотвѣтствующій планетѣ астрономическій символъ или знакъ:

Меркурій	☿
Венера	♀
Земля	♁
Марсъ	♂
Юпитеръ	♃
Сатурнъ	♄
Уранъ	⛢
Нептунъ	♆

Въ промежуткѣ между Марсомъ и Юпитеромъ (заходя даже за эту послѣднюю планету) носится цѣлый рой *малыхъ* планетъ, или *астероидовъ*, которыхъ въ настоящее время насчитываютъ до 700, и число которыхъ все возрастаетъ вслѣдствіе новыхъ открытій, такъ что въ настоящее время съ бо̀льшимъ правомъ можно говорить, пожалуй, о потокахъ или системѣ *колецъ* маленькихъ планетъ, облетающихъ Солнце.

Кромѣ большихъ планетъ и потока астероидовъ въ нашу систему входитъ еще многочисленная семья кометъ и метеорныхъ потоковъ, которымъ будетъ посвященъ также особый очеркъ.

Тѣ планеты, орбиты (т. е. пути, описываемые ими вокругъ Солнца) которыхъ находятся внутри земной орбиты, носятъ названіе *нижнихъ*. Такихъ планетъ только двѣ: Меркурій и Венера.

Планеты, орбиты которыхъ лежатъ за предѣлами земной орбиты, называются *верхними планетами*. Къ числу ихъ принадлежатъ, слѣдовательно, Марсъ, астероиды и слѣдующая за ними группа четырехъ самыхъ большихъ *внѣшнихъ* планетъ: Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна.

Всѣ входящія въ систему Солнца тѣла движутся вокругъ него по законамъ Кеплера (см. стр. 52—56), являющимся слѣдствіемъ еще болѣе общаго ньютонова закона всемірнаго тяготѣнія (см. стр. 67).

Эллиптическія орбиты, описываемыя планетами около Солнца, вообще говоря, мало отличны отъ круговыхъ. Если всѣ эти орбиты мы вообразимъ нарисованными въ нѣкоторыхъ огромныхъ плоскостяхъ, распростертыхъ въ пространствѣ, то окажется, что ни одна изъ этихъ плоскостей не совпадаетъ съ другой, а всѣ онѣ пересѣкаются и слегка наклонены другъ къ другу. За основную изъ этихъ плоскостей въ астрономіи принята плоскость земной орбиты, т. е. плоскость эклиптики. Орбита каждой планеты пересѣкаетъ плоскость эклиптики въ двухъ точкахъ, называемыхъ *узлами*.

Уголъ, на который всякая иная орбита наклонена къ эклиптикѣ, называется ея *наклономъ* или *наклоненіемъ*. Наклоны къ эклиптикѣ орбитъ всѣхъ большихъ планетъ вообще невелики. Самый большой наклонъ къ эклиптикѣ имѣетъ орбита Меркурія — около 7 градусовъ. Орбита Венеры наклонена на $3°24'$. Наклоны всѣхъ верхнихъ планетъ заключаются въ предѣлахъ отъ $0°46'$ (Уранъ) до $2°30'$ (Сатурнъ).

Орбиты нижнихъ планетъ, Меркурія и Венеры, помѣщаются внутри земной орбиты. Помня это, читатель легко сообразитъ, что для наблюдателя, находящагося на Землѣ, ни Меркурій, ни Венера не могутъ отступить отъ Солнца дальше извѣстнаго разстоянія. Совершая свои обращенія вокругъ центральнаго свѣтила, они представляются съ Земли какъ бы колеблющимися около него по обѣ стороны—то къ востоку, то къ западу, какъ это подробнѣе будетъ пояснено далѣе. Видимое удаленіе ихъ отъ Солнца называется *элонгаціей*. Наибольшая элонгація Меркурія равна приблизительно 29 градусамъ. Наибольшая элонгація Венеры достигаетъ приблизительно 45 градусовъ.

Если любая изъ нижнихъ планетъ находится въ восточной элонгаціи отъ Солнца, то ее можно наблюдать на западѣ послѣ захода Солнца. Наоборотъ, нижняя планета наблюдается на востокѣ предъ восходомъ Солнца, если она находится въ западной элонгаціи.

Если планета представляется намъ проходящей вблизи Солнца и видимой на одной линіи съ нимъ, то она, какъ говорится, находится *въ соединеніи* съ Солнцемъ.

Если планета находится между нами и Солнцемъ, она бываетъ въ *нижнемъ соединеніи*.

Когда планета находится, считая отъ насъ, по ту сторону Солнца, она бываетъ въ *верхнемъ соединеніи*.

Не трудно сообразить, что верхняя планета никогда не можетъ быть въ нижнемъ соединеніи, такъ какъ она не можетъ помѣститься между нами и Солнцемъ. Нижняя планета имѣетъ соединенія и того и другого вида.

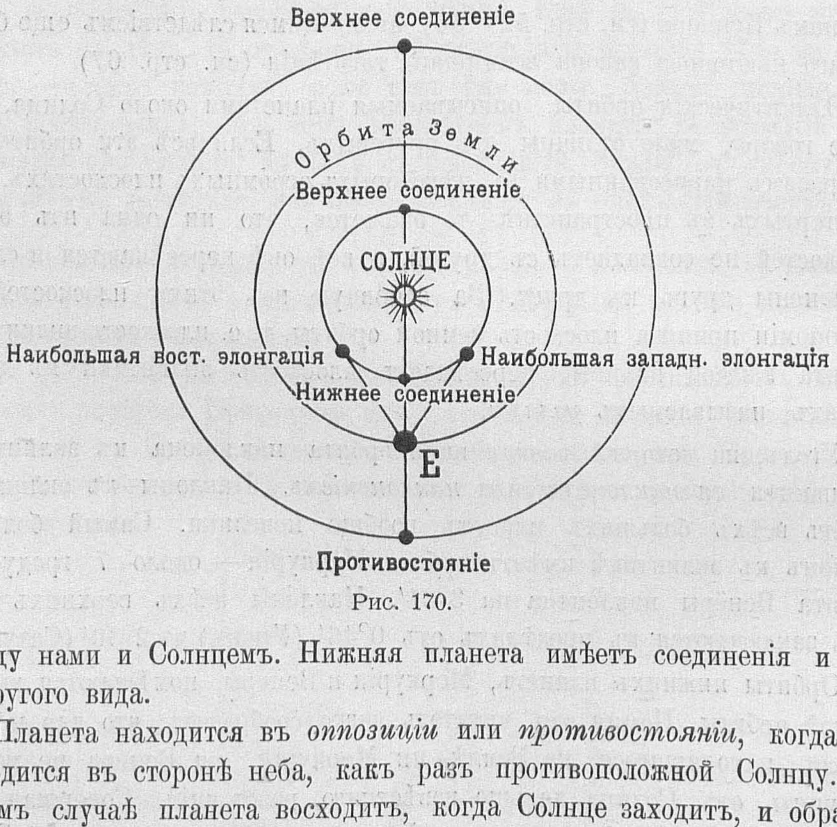

Верхнее соединеніе
Орбита Земли
Верхнее соединеніе
СОЛНЦЕ
Наибольшая вост. элонгація
Наибольшая западн. элонгація
Нижнее соединеніе
E
Противостояніе

Рис. 170.

Планета находится въ *оппозиціи* или *противостояніи*, когда она находится въ сторонѣ неба, какъ разъ противоположной Солнцу. Въ такомъ случаѣ планета восходитъ, когда Солнце заходитъ, и обратно. Ясно, что нижняя планета не можетъ находиться въ противостояніи съ Солнцемъ. Впрочемъ, если у читателя остается еще какая-либо неясность въ представленіи приведенныхъ опредѣленій элонгацій, соединеній и противостояній, то онъ легко преодолѣетъ затрудненіе, разобравшись въ рис. 170-мъ.

Здѣсь мы имѣемъ 3 концентрическихъ круга. Пусть средній изъ нихъ представляетъ орбиту Земли, тогда меньшій, внутренній, представитъ орбиту какой-либо нижней планеты, а внѣшній кругъ изобразитъ, очевидно, орбиту верхней планеты. Въ центрѣ всѣхъ орбитъ находится Солнце, а Земля на своей орбитѣ находится въ точкѣ *E*. Представивъ себя находящимся на Землѣ и наблюдающимъ тѣ различныя положенія планетъ, которыя указаны на рис. 170, читатель легко и окончательно уяснитъ себѣ смыслъ астрономическихъ терминовъ: *элонгація*, *соединеніе* и *противостояніе*, при чемъ тотъ же рисунокъ подчеркнетъ ему, напр., что верхняя планета не можетъ быть въ нижнемъ соединеніи съ Солнцемъ, равно какъ нижняя планета не можетъ быть въ противостояніи и т. д....

Въ разстояніяхъ планетъ отъ Солнца (за исключеніемъ, впрочемъ, Нептуна) наблюдается очень интересная послѣдовательность, извѣстная подъ названіемъ закона Боде,—по имени указавшаго ее ученаго. Послѣдовательность эту можно получить такъ: возьмемъ рядъ чиселъ 0, 3, 6, 12, 24 и т. д..., удваивая каждое слѣдующее; вслѣдъ затѣмъ къ каждому числу прибавимъ по 4. Въ такомъ случаѣ получается рядъ чиселъ, дающій въ нѣкоторомъ опредѣленномъ масштабѣ приблизительныя разстоянія планетъ отъ Солнца. Вотъ эти числа Боде, сопоставленныя съ истинными относительными разстояніями планетъ, гдѣ разстояніе Меркурія отъ Солнца принято за 4:

	Числа Боде.		
Меркурій	0 + 4 = 4,	дѣйствительное разстояніе	4
Венера	3 + 4 = 7,	» »	7
Земля	6 + 4 = 10,	» »	10
Марсъ	12 + 4 = 16,	» »	15
Астероиды	24 + 4 = 28,	» »	20—40
Юпитеръ	48 + 4 = 52,	» »	52
Сатурнъ	96 + 4 = 100,	» »	95
Уранъ	192 + 4 = 196,	» »	192
Нептунъ	384 + 4 = 388,	» »	300.

Какъ видимъ, значительное уклоненіе отъ «закона» Боде получается только для наиболѣе далекаго Нептуна. Впрочемъ, воспользоваться закономъ Боде для какихъ-либо болѣе интересныхъ выводовъ и заключеній наукѣ не удалось. И въ значительной степени вѣроятно, что самый этотъ «законъ» есть чисто случайное совпаденіе.

Сдѣлаемъ относительно планетныхъ разстояній еще одно общее замѣчаніе. Для выраженія этихъ разстояній въ астрономіи обыкновенно не пользуются ни километрами, ни иными земными мѣрами. И это потому, во-первыхъ, что мѣры эти для выраженія астрономическихъ разстояній часто слишкомъ малы. Измѣрять ими — все равно, что разстояніе между отдаленными городами мѣрять сантиметромъ. Съ другой стороны,—если принять за единицу мѣры среднее разстояніе Земли отъ

Солнца, то въ частяхъ этой мѣры можно опредѣлить всѣ другія планетныя разстоянія съ весьма большой точностью. Выражая же эти разстоянія въ нашихъ мѣрахъ, мы необходимо допускаемъ ошибку въ предѣлахъ той точности, съ которой опредѣленъ радіусъ земной орбиты въ километрахъ, а эта ошибка (см. стр. 226) можетъ быть довольно значительна, въ зависимости отъ точности опредѣленія солнечнаго параллакса. Вотъ почему, хотя для большей «понятности» или «вразумительности» различныя астрономическія разстоянія нерѣдко приводятся у насъ въ километрахъ или верстахъ,—читатель долженъ всегда помнить о возможной неточности и приблизительности этихъ чиселъ.

Принявъ за единицу мѣры въ солнечной системѣ среднее разстояніе Солнца отъ Земли, легко видѣть, что разстоянія нижнихъ планетъ выразятся правильными (т. е. меньшими единицы) дробями. Разстоянія же верхнихъ планетъ возрастаютъ отъ 1,5 для Марса до 30 для Нептуна.

Если, основываясь на 3-мъ законѣ Кеплера (стр. 56), мы возьмемъ кубы всѣхъ этихъ разстояній и извлечемъ изъ нихъ квадратные корни, то получимъ времена обращеній соотвѣтственныхъ планетъ, выраженныя въ годахъ.

Для глаза невооруженнаго телескопомъ планеты не имѣютъ видимаго диска и по внѣшнему виду ничѣмъ не отличаются отъ звѣздъ. И тѣмъ не менѣе начиная съ глубочайшей древности человѣчество уже отличаетъ звѣзды отъ планетъ, разсматриваетъ послѣднія отдѣльно и даетъ имъ особыя имена. Произошло это потому, что планеты мѣняютъ свое положеніе на видимой сферѣ небесной относительно неподвижныхъ звѣздъ, иначе говоря,—имѣютъ видимое движеніе по небосводу. Отсюда и перешедшее къ намъ греческое названіе—*планета*, т. е. «блуждающее» свѣтило. Это видимое движеніе планеты по небосводу среди звѣздъ совершается непрерывно и съ извѣстной правильностью, такъ что еще древніе, несмотря на свои несовершенные способы наблюденія, умѣли опредѣлять съ нѣкоторою точностью положеніе, занимаемое планетою на небѣ въ данный моментъ. Въ настоящее время это можно сдѣлать гораздо лучше, потому что съ нашими усовершенствованными инструментами возможно съ большою точностью опредѣлить прямое восхожденіе и склоненіе (смотри стр. 217) данной планеты въ данное время. Затѣмъ остается лишь нанести на глобусъ или небесную карту отдѣльныя опредѣленныя точки и соединить ихъ непрерывною чертою. Тогда увидимъ, что кривая, описываемая планетою, разсматриваемая съ Земли и проложенная на небесную сферу, состоитъ изъ ряда дугъ (рис. 171) *ab*, *cd*, *ef* . . . , проходимыхъ въ *прямомъ* направленіи (т. е.

съ запада на востокъ черезъ югъ) и ряда дугъ bc, de . . . . , проходимыхъ въ *обратномъ* (съ востока на западъ) направленіи и соединяющихъ дуги перваго ряда между собою. Вся совокупность этихъ дугъ мало уклоняется отъ эклиптики, и дуги *обратныя* короче дугъ *прямыхъ*. Скорость движенія въ точкахъ b, c, d, e, ... равна нулю,— въ нихъ планета на мгновеніе останавливается передъ тѣмъ, какъ ея движеніе мѣняетъ направленіе. Эти точки называются *стояніями* планеты. Наибольшая скорость прямого движенія будетъ въ точкахъ m, p, r, . . . , на серединахъ дугъ ab, cd, ef . . . . ; наибольшая скорость обратнаго движенія въ точкахъ n, q, ... , серединахъ дугъ bc, de, ... Дуги прямыхъ и обратныхъ видимыхъ движеній планеты образуютъ обыкновенно на небосводѣ своего рода «петли», образчикъ которыхъ читатель можетъ видѣть на рис. 172-мъ, гдѣ изображенъ видимый путь Марса по небосводу въ періодъ со 2-го іюня по 7-е октября 1872 г. Подобныя же «петли» Марсъ, какъ и другія планеты, описывалъ и описываетъ на небосводѣ всегда.

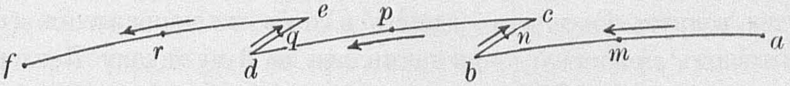


Рис. 171. Примѣрная форма пути планеты на видимой сферѣ небесной около эклиптики.

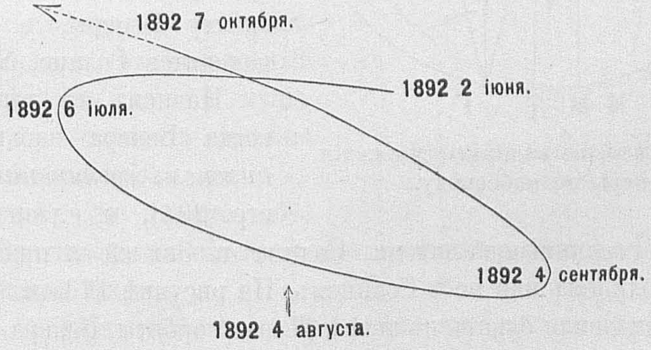


Рис. 172. Движеніе Марса въ періодъ 2 іюня—7 октября 1892 года.

Это, какъ извѣстно со временъ Коперника, *кажущееся* и довольно сложное движеніе планеты находится въ тѣсной связи съ положеніемъ Солнца. Такъ, напримѣръ, верхняя планета проходитъ черезъ точки m, p, r. . . . (рис. 171), когда она въ соединеніи съ Солнцемъ, а противостояніямъ Солнца и планеты соотвѣтствуютъ точки n, q. . .

Сложность и вмѣстѣ несомнѣнная закономѣрность этихъ видимыхъ «блужданій» планетъ вблизи эклиптики были много тысячъ лѣтъ загадкой для человѣческаго ума. Какъ мы видѣли въ первой главѣ, выясненіе загадочности этихъ движеній привело сначала къ хитроумной птоломеевой теоріи эпицикловъ; и только сравнительно въ самое позднее время геніямъ Коперника и Кеплера удалось доказать, что эти видимыя движенія планетъ по небосводу только кажущіяся, а изъ этихъ кажущихся движеній великій «законодатель неба», Кеплеръ, вывелъ истинныя движенія Земли и планетъ (см. стр. 51—58).

Теперь, послѣ Кеплера, зная, что Земля и всѣ остальныя планеты движутся вокругъ Солнца въ одномъ и томъ же направленіи (которое мы называемъ *прямымъ*), зная также, что по 3-му закону Кеплера дѣйствительная *скорость движенія планеты по ея орбитѣ тѣмъ меньше, чѣмъ больше разстояніе планеты отъ Солнца*, — нетрудно объяснить видимыя съ Земли обратныя движенія и стоянія планетъ.

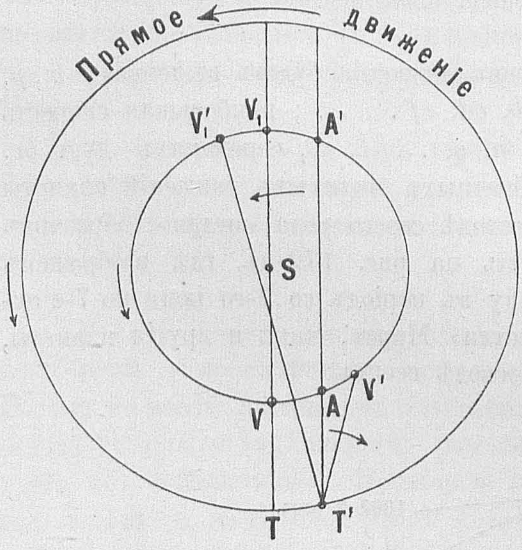


Рис. 173. Уясненіе видимаго движенія Венеры по небосводу.

Возьмемъ сначала одну изъ нижнихъ планетъ, напр. Венеру, и разберемся въ ея видимомъ движеніи съ помощью рис. 173, гдѣ внѣшній кругъ изображаетъ орбиту Земли, внутренній — орбиту Венеры, а въ центрѣ находится Солнце, S.

Начнемъ съ того момента, когда Венера наблюдается въ *нижнемъ соединеніи* (см. выше, стр. 294), т. е. она находится на прямой, соединяющей центры Солнца съ Землей и притомъ между Землей и Солнцемъ или *подъ* Солнцемъ. На рисункѣ 173-омъ при такомъ расположеніи Земля будетъ въ точкѣ T своей орбиты, Венера въ точкѣ V и Солнце въ точкѣ S. Наблюдатель видитъ Венеру по направленію TV, вертикальному на данномъ чертежѣ. По прошествіи нѣкотораго небольшого промежутка времени Земля и Венера передвинутся по орбитамъ въ направленіи своего движенія (прямого, указаннаго, на рис. 173 стрѣлками) *и придутъ первая въ* T', *а вторая въ* V', *и въ силу болѣе быстраго движенія Венеры, чѣмъ Земли, при небольшомъ промежуткѣ времени* путь VV' будетъ больше чѣмъ TT'. Слѣдовательно, изъ положенія T' мы уже не увидимъ съ Земли Венеру по направленію $T'A$, параллельномъ прежнему TV, но прямую $T'A$ надо повернуть *вправо* или въ *обратномъ* направленіи около точки T', чтобы получить направленіе $T'V$, по которому видна теперь Венера. Итакъ, *во время, близкое къ нижнему соединенію, нижнія планеты, наблюдаемыя съ Земли, имѣютъ обратное движеніе.*

Примемъ теперь за начальный моментъ нашихъ наблюденій тотъ, когда Венера находится въ *верхнемъ соединеніи*, т. е. (см. рис. 173) Земля находится въ T, а Венера по *ту сторону* Солнца на продолженіи радіуса TS въ точкѣ V_1. По прошествіи небольшого промежутка времени Земля придетъ въ положеніе T', а Венера въ положеніе V_1', и теперь Венера съ Земли будетъ видима въ направленіи $T'V_1'$, а не въ направленіи $T'A'$, параллельномъ начальному TV_1, и чтобы отъ направленія $T'A'$ перейти къ направленію $T'V_1'$, необходимо прямую $T'A'$ повернуть около точки T' влѣво, т. е. въ *прямомъ* направленіи. Итакъ, *во время, близкое къ верхнему соединенію, нижнія планеты, наблюдаемыя съ Земли, имѣютъ прямое движеніе.*

Но если планета движется то въ прямомъ, то въ обратномъ направленіи, то отъ одного направленія къ другому можно перейти только въ томъ случаѣ, если кажущая скорость въ извѣстный моментъ сдѣлается равной нулю, иначе говоря, — планета должна пройти чрезъ *стояніе*.

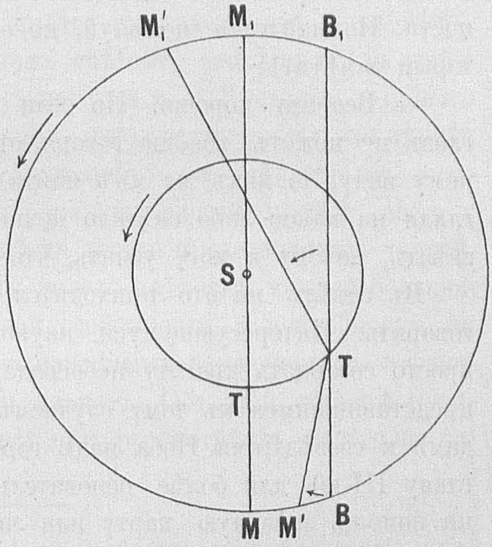


Рис. 174. Уясненіе видимаго движенія Марса.

Точно такъ же просто объясняются обратныя движенія и стоянія верхнихъ планетъ. Разсмотримъ, напр., движенія Марса.

На рис. 174-омъ внѣшняя окружность изображаетъ орбиту Марса, внутренняя—орбиту Земли, въ центрѣ S—Солнце.

Пусть Земля находится въ точкѣ T своей орбиты, а Марсъ находится въ M, на продолженіи радіуса ST, что соотвѣтствуетъ *противостоянію*. По прошествіи небольшого времени Марсъ будетъ въ M', Земля въ T' и MM' меньше TT'; слѣдовательно, прямая, параллельная TM, проведенная изъ T', встрѣтитъ продолженіе MM' въ точкѣ B. Сперва планета была видна по направленію $T'B$, теперь по направленію $T'M'$; слѣдовательно, планета подвинулась въ *обратномъ* направленіи.

Если Марсъ сперва находился въ M_1 на продолженіи TS, т. е. въ *соединеніи*, то по прошествіи небольшого времени онъ подвинется въ M'_1 и будетъ виденъ съ Земли по направленію $T'M_1'$, тогда какъ въ начальный моментъ онъ былъ виденъ по направленію $T'B_1$, параллельному TM_1, т. е. планета подвинулась *въ прямомъ* направленіи.

Слѣдовательно, вообще можно сказать, что *верхнія планеты имѣютъ прямое движеніе вблизи своихъ соединеній съ Солнцемъ, и обратное движеніе вблизи противостояній.* Между же этими движеніями, очевидно, долженъ находиться моментъ *стоянія.*

Послѣ сдѣланныхъ общихъ замѣчаній о планетахъ солнечной системы можно приступить къ ознакомленію и съ каждой изъ нихъ въ отдѣльности. Но найдется, пожалуй, не одинъ любознательный читатель, который замѣтитъ:

— Все это хорошо. Но если невооруженный зрительной трубой глазъ не можетъ, вообще говоря, отличить планету отъ звѣзды по внѣшнему виду, то какъ же мнѣ найти на небѣ какую-либо планету? Или: глядя на какое либо свѣтило ночного небосвода, усѣяннаго миріадами звѣздъ, почему я могу узнать, что я наблюдаю: звѣзду или планету?

Въ отвѣтъ на это приходится повторить то, что уже приходилось говорить: Интересующемуся наукой о Небѣ и Землѣ необходимо не просто созерцать красоту небосвода, а *изучать* его, пользуясь каждымъ представившимся къ тому случаемъ. Послѣ общаго знакомства со звѣздами и созвѣздіями Неба надъ горизонтомъ даннаго мѣста (см. выше, главу III-ю) для болѣе основательнаго изученія необходимо призвать на помощь звѣздную карту или звѣздный атласъ. Необходимо также обзавестись и астрономическимъ календаремъ, тѣмъ болѣе, что это не такъ ужъ дорого стоитъ. При соблюденіи этихъ условій ясно, что человѣкъ, ознакомленный съ самыми блестящими звѣздами Неба и видомъ главнѣйшихъ созвѣздій, не впадетъ въ слишкомъ грубую ошибку и при взглядѣ, напр., на восходящій Сиріусъ не станетъ думать или даже увѣрять другихъ, что это Юпитеръ. Встрѣтивъ же среди болѣе или менѣе знакомаго созвѣздія почему-либо интересующее свѣтило, необходимо въ случаѣ малѣйшаго сомнѣнія удостовѣриться, находится ли оно въ атласѣ видимыхъ простымъ глазомъ звѣздъ. И если нѣтъ,— то, очевидно, вы имѣете дѣло съ планетой, или кометой, если только вамъ не посчастливилось открыть новую звѣзду. Въ случаѣ планеты астрономическій календарь тотчасъ поможетъ вамъ въ опредѣленіи ея названія, точнаго положенія и т. д. Но раньше даже, чѣмъ прибѣгать къ календарю, можно сдѣлать многія основательныя заключенія о свѣтилѣ, принимая во вниманіе его близость къ эклиптикѣ, положеніе относительно Солнца и т. д. Такъ, напр., изъ предыдущаго ясно, что планета, видимая *вечеромъ* на *востокѣ*, или *утромъ* на *западѣ*, ни въ коемъ случаѣ не можетъ быть ни Меркуріемъ, ни Венерой, такъ какъ эти нижнія планеты не отступаютъ отъ Солнца дальше извѣстныхъ довольно узкихъ предѣловъ. Извѣстно также, что всѣ большія планеты свершаютъ свои движенія въ сравнительно узкомъ поясѣ неба—не шире 16 градусовъ (8° къ сѣверу и 8° къ югу отъ эклиптики), что появленіе новыхъ звѣздъ наиболѣе часто въ области Млечнаго Пути, что изъ большихъ планетъ простымъ глазомъ могутъ быть видимы только Меркурій (рѣдко), Венера, Марсъ, Юпитеръ и Сатурнъ и т. д.

Во многихъ популярныхъ книгахъ по астрономіи сообщаютъ обыкновенно, что звѣзды мерцаютъ, а планеты отличаются отъ нихъ тѣмъ, что свѣтятъ «ровнымъ», немерцающимъ свѣтомъ, что Марсъ, въ частности, красноватъ, а потому легко узнается и т. д. Указанія подобнаго рода не имѣютъ практическаго значенія, потому что частью не вѣрны, частью же доступны только для «искушеннаго» уже нѣкоторымъ опытомъ глаза. Иное дѣло—телескопъ, обнаруживающій прежде всего у планеты дискъ, въ то время какъ звѣзда всегда представляется точкой. Вслѣдъ затѣмъ, при возрастаніи силы телескопа дискъ каждой большой планеты также обнаруживаетъ тѣ свои особенности и подробности, на основаніи которыхъ приходятъ къ тѣмъ или инымъ заключеніямъ о физическомъ состояніи, строеніи и жизни планетъ. Объ этой сторонѣ предмета намъ придется говорить сейчасъ при разсмотрѣніи отдѣльно каждой изъ большихъ планетъ.

Ближайшая къ Солнцу и вмѣстѣ наименьшая изъ большихъ планетъ—*Меркурій*. Какъ и остальныя планеты, онъ описываетъ вокругъ центральнаго свѣтила эллипсъ. Но въ то время какъ эллипсы, описываемые другими планетами, весьма близки къ кругу, эксцентриситетъ Меркурія сравнительно значителенъ ($e = 0{,}206$). Поэтому разстояніе его отъ Солнца колеблется въ предѣлахъ отъ 45 710 000 километровъ (въ перигеліи) до 69 300 000 клм. (въ афеліи), или, точнѣе, въ предѣлахъ 0,31 и 0,47 средняго разстоянія Земли отъ Солнца. Такимъ образомъ *среднее разстояніе* его отъ Солнца равно около $57^1/_2$ милліон. километровъ, или, точнѣе говоря, 0,387 средняго разстоянія Земли отъ Солнца. Въ еще болѣе значительныхъ предѣлахъ мѣняются его разстоянія отъ Земли: наименьшее изъ нихъ равно 76 милліонамъ километровъ, а наибольшее 220 милліон. клм. Плоскость орбиты Меркурія наклонена къ плоскости эклиптики почти на 7°. Это наибольшій наклонъ изъ всѣхъ планетъ.

Діаметръ Меркурія равенъ 4 800 клм., т. е. почти въ 3 раза менѣе діаметра Земли. Поверхность его составляетъ приблизительно одну седьмую часть земной поверхности; объемъ—одну двадцатую земного объема; масса равна $\frac{1}{16}$ массы Земли, а плотность близка къ плотности Земли.

Какъ самая близкая къ Солнцу планета, Меркурій несется по своей орбитѣ вокругъ центральнаго свѣтила со скоростью, превышающей орбитальныя скорости всѣхъ остальныхъ планетъ, а именно, средняя скорость его движенія равна 47,5 километрамъ въ секунду. Полный свой оборотъ вокругъ Солнца онъ совершаетъ почти ровно въ 88 сутокъ (87,969 сут.), т. е. въ теченіе земного года успѣваетъ совершить вокругъ него болѣе четырехъ оборотовъ.

Разъ дѣло идетъ о времени обращенія Меркурія, то сдѣлаемъ по этому поводу общее замѣчаніе, касающееся вообще всѣхъ планетъ и позволяющее еще нѣсколько расширить нашу астрономическую терминологію.

Когда мы говорили, что время полнаго обращенія Меркурія около Солнца равно 88 днямъ, то подразумѣвали такъ называемое *сидерическое* или *истинное* обращеніе планеты. Другими словами: представили себѣ наблюдателя, который находится въ центрѣ Солнца и слѣдитъ за обращеніемъ Меркурія вокругъ него. Когда для такого наблюдателя Меркурій черезъ 88 сутокъ придетъ опять въ ту же точку неба, на которой онъ наблюдался уже раньше, то, значитъ, планета и совершила вокругъ Солнца свое истинное, или сидерическое, обращеніе. Объ этихъ обращеніяхъ намъ чаще всего и приходится говорить. Но въ астрономіи различаются еще и иныя обращенія. Дадимъ понятіе объ одномъ изъ нихъ на примѣрѣ Меркурія.

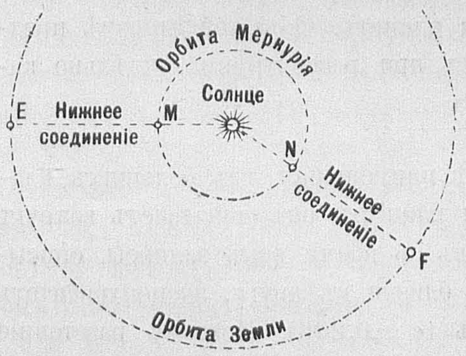


Рис. 175.

Меркурій совершаетъ болѣе четырехъ оборотовъ въ то время, какъ Земля дѣлаетъ одинъ. Слѣдовательно, онъ долженъ проходить черезъ *соединеніе* съ Солнцемъ (см. выше, стр. 294), какъ это легко видѣть, черезъ правильные, хотя не совсѣмъ одинаковые, промежутки времени. Это видно яснѣе изъ рис. 175-го: Пусть внутренній кругъ представляетъ орбиту Меркурія, а внѣшній—Земли. Когда Земля находится въ *E*, а Меркурій въ *M*, то онъ находится въ нижнемъ соединеніи съ Солнцемъ. Приблизительно черезъ три мѣсяца онъ снова вернется въ точку M, но въ соединеніи еще не будетъ, такъ какъ за это время Земля также передвинулась по своей орбитѣ. Когда Земля придетъ въ нѣкоторую точку F, Меркурій достигнетъ точки N и снова будетъ въ нижнемъ соединеніи. Это *обращеніе отъ одного соединенія до другого называется синодическимъ обращеніемъ планеты.* Для Меркурія оно приблизительно на треть превышаетъ время дѣйствительнаго (сидерическаго) обращенія (немного меньше); иначе сказать, дуга MN немного меньше трети круга. Вообще же, можно сказать, что *синодическимъ* обращеніемъ планеты называется тотъ промежутокъ времени, по истеченіи котораго планета, разсматриваемая съ Земли, опять возвращается въ прежнее положеніе относительно Солнца. Какъ для нижней планеты мы за синодическое обращеніе приняли промежутокъ времени между двумя послѣдовательными нижними соединеніями, такъ для верхнихъ можно взять, напр., промежутокъ между двумя послѣдовательными противостояніями планеты (см. выше, стр. 294). Въ наукѣ существуютъ способы по сидерическому (истинному) обращенію планеты находить ея синодическое обращеніе и обратно. Послѣ этого общаго замѣчанія возвратимся къ дальнѣйшему ознакомленію съ разсматриваемой нами планетой.

Сдѣлать это не такъ-то легко, такъ какъ наблюденія надъ Меркуріемъ принадлежатъ къ однимъ изъ труднѣйшихъ, и прежде всего потому, что онъ постоянно находится вблизи Солнца. Поэтому, въ своемъ положеніи къ западу отъ Солнца, онъ можетъ быть видимъ только утромъ на востокѣ, въ теченіе короткаго времени, незадолго до солнечнаго восхода. Находясь же къ востоку отъ дневного свѣтила, онъ доступенъ для наблюденій только вечеромъ вскорѣ послѣ солнечнаго заката на западномъ небосклонѣ, но опять въ теченіе весьма короткаго времени. Въ томъ и другомъ случаѣ этимъ и безъ того труднымъ наблюденіямъ сильно мѣшаютъ сумерки и близость планеты къ горизонту. Если во время элонгаціи (см. выше, стр. 293) Меркурій находится въ афеліи своей орбиты, то вслѣдствіе большого эксцентриситета этой послѣдней угловое разстояніе планеты отъ Солнца можетъ доходить, какъ указано уже выше, до 29°. На первый взглядъ казалось бы, что во время такой наибольшей своей элонгаціи Меркурій долженъ быть наиболѣе доступенъ для наблюденій, такъ какъ въ этомъ случаѣ меньше всего мѣшаютъ яркіе лучи солнечнаго свѣта, и кромѣ того во время восхода или захода Солнца планета находится еще довольно высоко надъ горизонтомъ. Но, съ другой стороны, въ этомъ случаѣ Меркурій слишкомъ далеко отстоитъ отъ Земли и потому не можетъ сіять во всемъ своемъ блескѣ. Обстоятельства, отъ которыхъ зависитъ наилучшая видимость Меркурія, складываются наиболѣе благопріятнымъ образомъ, какъ оказывается, въ томъ случаѣ, когда онъ находится вблизи своего *нижняго соединенія* съ Солнцемъ и отстоитъ отъ него на 15°—18°, но наше сѣверное небо мало благопріятствуетъ его наблюденіямъ и въ этомъ положеніи. Говорятъ, что Коперникъ на смертномъ одрѣ жаловался, что во всю жизнь ни разу не видѣлъ Меркурія, а учитель Кеплера Местлинъ говорилъ въ шутку, что эта планета создана нарочно для того, чтобы выставлять астрономовъ въ самомъ невыгодномъ свѣтѣ.

Чѣмъ ближе къ экватору, тѣмъ Меркурій болѣе доступенъ для наблюденій вслѣдствіе болѣе короткой продолжительности сумерекъ, и потому, что тамъ горизонтъ несравненно чище, чѣмъ у насъ. Поэтому-то древніе греки настолько часто наблюдали эту планету, что изъ своихъ наблюденій могли даже вывести, хотя и далеко не совершенную, теорію ея движенія. Правда, — въ современные большіе телескопы наблюденія надъ Меркуріемъ можно производить постоянно, и яркость его въ трубѣ настолько велика, что приходится дѣлать приспособленія для ея уменьшенія, однако это мало подвинуло дѣло относительно сколько-нибудь удовлетворительнаго изученія его поверхности. Настолько мало, что до сихъ поръ съ точностью неизвѣстно даже, въ какое время Меркурій совершаетъ полный оборотъ вокругъ своей оси и окруженъ ли онъ атмосферой или нѣтъ. Нѣкоторые наблюдатели опредѣляли время его обращенія около оси въ 24 часа съ минутами, но недавно умершій (въ 1910 г.) знаменитый изслѣдователь Марса Скіапарелли склоняется къ мнѣнію, что Меркурій постоянно обращенъ къ Солнцу одной и той же стороной, т. е. вокругъ своей оси онъ поворачивается въ продолженіе 88 дней. Примѣръ подобнаго обращенія даетъ намъ наша Луна. Вы его вполнѣ уясните себѣ, если, поставивъ на столъ, наприм., лампу, зададите себѣ задачу обойти вокругъ этого стола такъ, чтобы ваше лицо постоянно было обращено къ лампѣ. Обошедши одинъ разъ вокругъ стола, вы въ то же время совершите одинъ оборотъ вокругъ самого себя.

Сжатія у Меркурія обнаружить не удалось; и тотъ же Скіапарелли принимаетъ, что ось его вращенія почти перпендикулярна къ плоскости его орбиты, и что эта маленькая загадочная планета окружена очень плотной атмосферой, наполненной облаками.

Но противъ послѣдняго предположенія существуютъ также весьма вѣскія возраженія; и многіе авторитетные изслѣдователи принимаютъ, что если на Меркуріи и есть атмосфера, то она чрезвычайно разрѣжена.

Въ сужденіяхъ объ атмосферѣ и температурѣ планеты существенную роль играетъ между прочимъ ея *альбедо*, т. е. отношеніе количества солнечнаго свѣта, которое она отражаетъ, ко всему количеству свѣта, которое на нее падаетъ. Вотъ сравнительная табличка *альбедо* Луны и всѣхъ большихъ солнечныхъ планетъ по новѣйшимъ опредѣленiямъ.

Альбедо составляетъ для	Луны	0,12
» »	Меркурiя . : . . .	0,14
» »	Венеры	0,76
» »	Марса.	0,22
» »	Юпитера	0,62
» »	Сатурна.	0,72
» »	Урана.	0,60
» »	Нептуна	0,52

Для Земли, конечно, непосредственно изъ наблюденiй нельзя получить соотвѣтствующаго числа для альбедо. Наиболѣе вѣроятнымъ является предположенiе, что наше земное альбедо ближе всего подходитъ къ величинѣ таковаго для Венеры, потому что атмосфера послѣдней наиболѣе сходна съ земной, хотя земная атмосфера разрѣженнѣе, а потому и альбедо Земли, вѣроятно, меньше, чѣмъ Венеры.

Альбедо Меркурiя (0,14) мало отличается отъ луннаго и замѣтно меньше альбедо Марса, атмосфера котораго, какъ увидимъ, несомнѣнно весьма прозрачна. Итакъ, многое говоритъ за то, что атмосфера Меркурiя весьма разрѣжена.

Попытки зарисовать поверхность этой планеты весьма многочисленны, но, какъ уже упомянуто, не даютъ надежныхъ результатовъ. Одно изъ такихъ изображенiй Меркурiя по рисункамъ обсерваторiи Ловелля во Флагстафѣ (см. рис. 176) въ особенности распространено и обыкновенно интересуетъ читателей перекрещивающимися и изгибающимися темными полосами. Надо имѣть въ виду, однако, что многiе астрономы не видѣли этихъ линiй, а потому существованiе ихъ подвержено сильному сомнѣнiю.

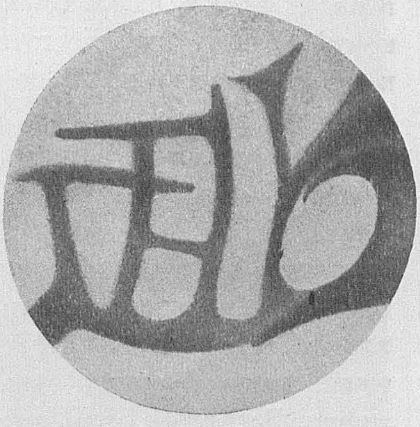


Рис. 176. Меркурiй.

Впрочемъ, все почти, что касается физическихъ свойствъ и устройства этой наименьшей изъ большихъ планетъ, подвержено сомнѣнiю и ждетъ своихъ изслѣдователей. Но если допустить то, что до сихъ поръ представляется наиболѣе вѣроятнымъ, т. е., что Меркурiй всегда обращенъ къ Солнцу одной и той же стороной, что ось его медленнаго вращенiя перпендикулярна къ плоскости орбиты, что атмосфера его разрѣжена, и принять во вниманiе близость къ Солнцу, то читателю станетъ ясно, что условія жизни на Меркуріи совершенно отличны отъ земныхъ. Прежде всего ни о смѣнѣ дней, ни о временахъ года въ нашемъ пониманіи этихъ словъ тамъ не можетъ быть и рѣчи. Условія солнечнаго освѣщенія и нагрѣванія также тоже необыкновенны. Вотъ какъ обрисовываетъ въ своихъ «Тайнахъ Неба» эти условія Литровъ.

Положимъ, что рис. 176 представляетъ полушаріе Меркурія, обращенное къ Солнцу какъ разъ въ то время, когда планета находится въ перигеліи (ближайшемъ разстояніи отъ Солнца).

«Въ такомъ случаѣ въ этотъ моментъ Солнце должно быть въ зенитѣ для тѣхъ точекъ планеты, которыя лежатъ около центра диска, изображеннаго на рис. 176. Въ тѣхъ точкахъ планеты, которыя удалены отъ этого центра по любому направленію на нѣкоторое число градусовъ, Солнце должно отстоять отъ зенита на такое же число градусовъ, и наконецъ въ точкахъ, лежащихъ на окружности диска, изображеннаго на рис. 176, Солнце можетъ быть видимо только въ горизонтѣ. При удаленіи Меркурія отъ перигелія Солнце начинаетъ медленно перемѣщаться по экватору планеты и черезъ 18,3 дней усматривается въ зенитѣ изъ той точки планеты, которая удалена отъ центра диска по экватору на 23°,7 къ востоку. Вслѣдствіе этого при движеніи Меркурія отъ перигелія къ афелію на западномъ краѣ планеты постепенно переходятъ на неосвѣщенное полушаріе точки, лежащія на пространствѣ, охватывающемъ по экватору 23°,7, но зато на восточномъ краѣ такое же пространство перемѣщается съ неосвѣщеннаго полушарія на освѣщенное. Послѣ этого Солнце начинаетъ перемѣщаться по экватору планеты въ обратную сторону, а черезъ 25,6 дней оно снова усматривается въ зенитѣ изъ тѣхъ точекъ, которыя лежатъ около центра диска. Въ это время Меркурій находится въ афеліи своей орбиты. Но перемѣщеніе Солнца и послѣ этого происходитъ въ томъ же самомъ направленіи, такъ что еще черезъ 25,6 дней оно достигаетъ зенита той точки, которая удалена отъ центра диска по экватору на 23°,7 къ западу. Вслѣдствіе этого при движеніи Меркурія отъ афелія къ перигелію наблюдаются явленія, обратныя тѣмъ, которыя имѣли мѣсто раньше, а именно на западномъ краѣ планеты точки, лежащія на пространствѣ, охватывающемъ 23°,7, переходятъ на освѣщенную часть, а на восточномъ краѣ, наоборотъ, точки, лежащія на такомъ же пространствѣ, погружаются во мракъ. Затѣмъ Солнце начинаетъ перемѣщаться опять въ обратномъ направленіи, и черезъ 18,3 дней, т. е. по истеченіи полнаго оборота Меркурія около Солнца, это послѣднее снова достигаетъ зенита тѣхъ точекъ, которыя лежатъ около центра диска планеты. Послѣ этого всѣ вышеописанныя явленія повторяются опять въ прежнемъ порядкѣ. Такимъ образомъ, изъ точекъ Меркурія, лежа-

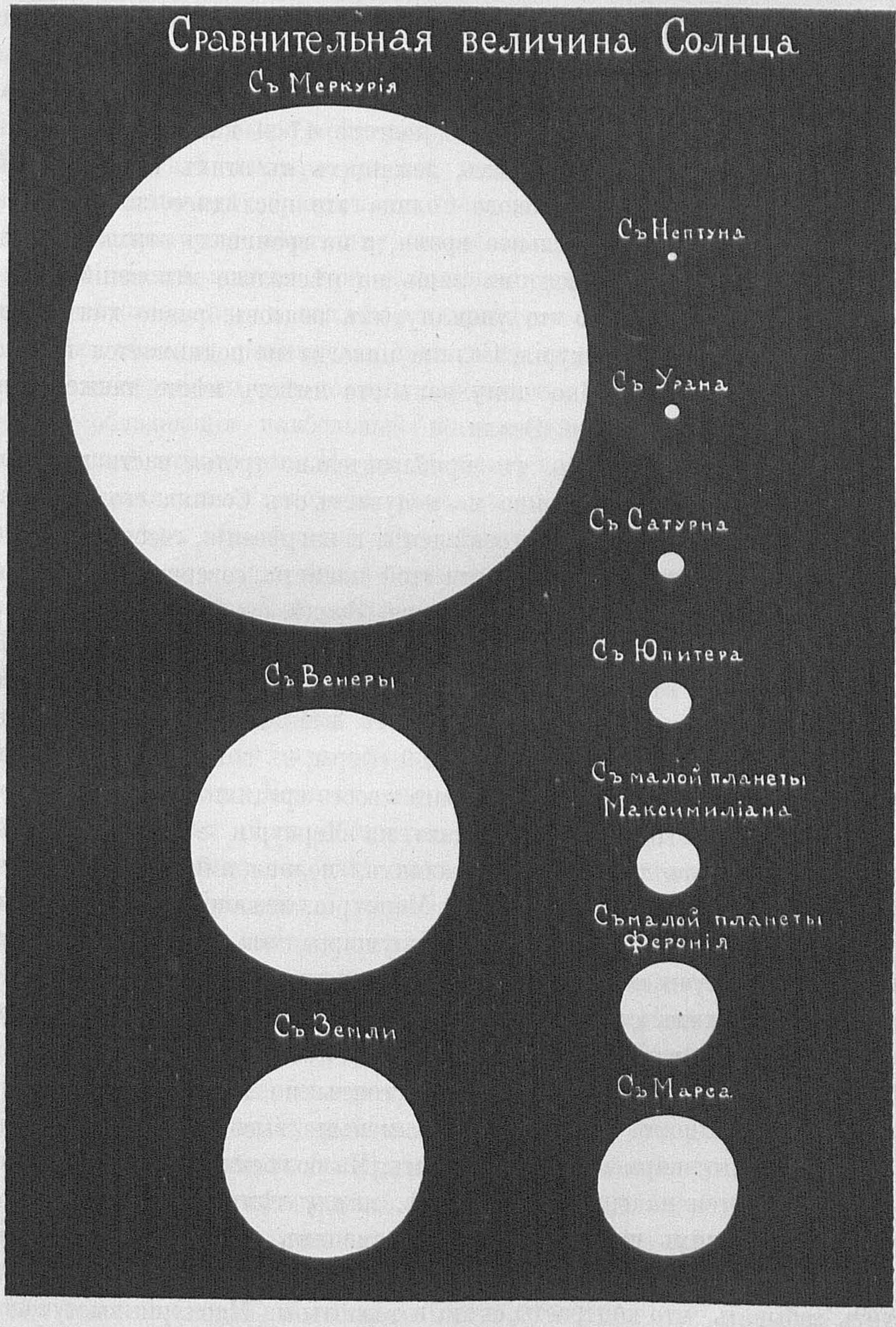

Сравнительная величина Солнца
Съ Меркурія
Съ Нептуна
Съ Урана
Съ Сатурна
Съ Юпитера
Съ Венеры
Съ малой планеты Максиміліана
Съ малой планеты Феронія
Съ Земли
Съ Марса

Рис. 177. Сравнительная величина Солнца, какъ оно представляется съ различныхъ планетъ нашей солнечной системы.

щихъ въ поясахъ, простирающихся на 66°,3 по долготѣ въ обѣ стороны отъ центра диска и составляющихъ вмѣстѣ пространство, охватывающее 123°,6 по долготѣ, Солнце усматривается постоянно надъ горизонтомъ. Къ этому пространству какъ съ восточной, такъ и съ западной стороны прилегаютъ поясы, охватывающіе по долготѣ 47°,4 каждый и характеризующіеся тѣмъ, что въ точкахъ, лежащихъ въ этихъ поясахъ, при каждомъ оборотѣ Меркурія около Солнца это послѣднее заходитъ на болѣе или менѣе продолжительное время, а на границахъ этихъ поясовъ оно появляется надъ горизонтомъ лишь на нѣсколько мгновеній.

«На границахъ только что упомянутыхъ поясовъ, равно какъ и въ полярныхъ странахъ Меркурія, Солнце никогда не поднимается высоко надъ горизонтомъ, подобно тому какъ это имѣетъ мѣсто также и въ полярныхъ странахъ нашей Земли.

«Изъ предыдущаго ясно, что приблизительно третья часть всей поверхности Меркурія совершенно не получаетъ отъ Солнца его благодѣтельныхъ лучей, и что условія освѣщенія и нагрѣванія, господствующія въ остальныхъ частяхъ поверхности этой планеты, совершенно отличны отъ условій, имѣющихъ мѣсто на нашей Землѣ.

«Солнечный дискъ, діаметръ котораго съ Меркурія представляется въ 3 раза, а площадь въ 9 разъ больше, чѣмъ съ Земли (см. рис. 177), усматривается съ первой изъ этихъ планетъ всегда въ одной и той же, сравнительно небольшой, части небесной сферы, въ которой онъ, подобно маятнику, колеблется около нѣкотораго своего средняго положенія. При этомъ въ теченіе года, составляющаго на Меркуріи 88 нашихъ дней, Солнце совершаетъ только одинъ размахъ, полная амплитуда котораго равняется 47°,4. Поэтому въ страны Меркурія, лежащія приблизительно въ центрѣ обращеннаго къ Солнцу полушарія, это свѣтило посылаетъ свои палящіе лучи всегда почти по перпендикулярному направленію, при чемъ въ этихъ странахъ совершенно невозможно какое бы то ни было охлажденіе вслѣдствіе того, что тамъ нѣтъ смѣны дней и ночей. Чѣмъ дальше отъ этихъ странъ отстоитъ по любому направленію точка на поверхности Меркурія, тѣмъ меньше высота огромнаго огненнаго солнечнаго шара надъ горизонтомъ. На полюсяхъ Меркурія Солнце всегда находится на самомъ горизонтѣ, между тѣмъ какъ въ крайнихъ точкахъ, лежащихъ на экваторѣ, по временамъ оно можетъ, какъ мы уже видѣли, также и погружаться подъ горизонтъ. При этомъ не слѣдуетъ забывать, что контрасты свѣта и теплоты на Меркуріи выступаютъ гораздо рѣзче, чѣмъ у насъ на Землѣ. Нетрудно вычислить, что вслѣдствіе близости Меркурія къ Солнцу освѣщеніе, которое онъ получаетъ, или, другими словами, яркость его дня приблизительно въ 7 разъ больше, чѣмъ у насъ на Землѣ. То же самое относится и къ количеству теплоты, которое Меркурій получаетъ отъ Солнца: нѣкоторая площадь на поверхности Меркурія получаетъ въ 7 разъ больше теплоты, чѣмъ такая же площадь на поверхности Земли. Но вмѣстѣ съ тѣмъ отсюда еще нельзя дѣлать заключенія, что температура, господствуюшая на Меркуріи, также въ 7 разъ выше температуры, господствующей у насъ на Землѣ. Въ самомъ дѣлѣ температура на поверхности какой-нибудь планеты зависитъ главнымъ образомъ отъ того, насколько атмосфера этой планеты препятствуетъ обратному излученію полученной теплоты. Это становится вполнѣ яснымъ при восхожденіи на высокія горы. На горахъ какъ свѣтовое, такъ и тепловое напряженіе солнечныхъ лучей гораздо сильнѣе, чѣмъ въ равнинахъ, такъ какъ тамъ эти лучи, чтобы достичь земной поверхности, не должны проходить черезъ весьма плотные и потому обладающія наибольшей поглощательной способностью нижніе слои нашей атмосферы. Но въ то же время на горахъ, какъ всякій знаетъ, значительно холоднѣе, чѣмъ въ равнинахъ, такъ какъ на большихъ высотахъ земная атмосфера уже въ сильной степени разрѣжена и потому можетъ лишь весьма незначительно препятствовать обратному излученію полученной теплоты въ міровое пространство. Изслѣдованія Ланглея впервые пролили надлежащій свѣтъ на значеніе атмосферъ для планетъ. На основаніи этихъ изслѣдованій оказывается, что безъ существованія нашей атмосферы температура на поверхности нашей Земли понизилась бы до 40° или даже 50° ниже нуля по стоградусному термометру (Цельсія). Поэтому мы обязаны исключительно свойствамъ нашей атмосферы тѣмъ обстоятельствомъ, что наша Земля пригодна для органической жизни, такъ какъ иначе вся ея поверхность навѣки была бы погребена подъ ледянымъ покровомъ, подобно тому, какъ теперь это имѣетъ мѣсто въ полярныхъ странахъ въ зимнее время.

«Поэтому, хотя Меркурій получаетъ отъ Солнца какъ свѣта, такъ и теплоты въ 7 разъ больше, чѣмъ наша Земля, тѣмъ не менѣе отсюда вовсе не слѣдуетъ, что на поверхности этой планеты также и температура въ 7 разъ выше температуры на нашей Землѣ, и если бы между Землей и Меркуріемъ существовала только одна эта разница, то и на немъ легко можно было бы представить себѣ живыя существа, подобныя намъ. На на самомъ дѣлѣ и всѣ другія условія жизни на Меркуріи настолько отличаются отъ условій, имѣющихъ мѣсто у насъ на Землѣ, что не можетъ быть и рѣчи о существованіи на первой изъ этихъ планетъ людей, подобныхъ намъ».

Но едва ли не самой интересной загадкой представляется обращеніе Меркурія вокругъ Солнца. Обращеніе это всегда отличается на нѣкоторую, хотя и весьма малую величину отъ того, которое должно быть въ силу дѣйствія Солнца и другихъ планетъ 'на Меркурія на основаніи закона всемірнаго тяготѣнія. Разница, повторяемъ, весьма мала, но несомнѣнна, а потому требуетъ объясненія. Въ чемъ же дѣло? Повторяется, казалось бы, уже разсказанная нами исторія съ Ураномъ и Нептуномъ. Не существуетъ ли еще новое тѣло, «возмущающее» движеніе Меркурія? И дѣйствительно, тотъ же Леверье, который открылъ это уклоненіе въ движеніи Меркурія, предполагалъ, что между Солнцемъ и Меркуріемъ существуетъ еще планета, возмущающая это движеніе. Онъ вычислилъ ея приближенную орбиту. Предполагаемую планету окрестили даже именемъ Вулкана и занялись ея поисками. Находились даже наблюдатели, которые увѣряли, что видѣли Вулкана. Характерно, что заявленіе одного изъ нихъ, д-ра Лескарбо, провѣрилъ даже самъ Леверье и подтвердилъ его своимъ авторитетомъ. Но заявленія Лескарбо, какъ и другихъ наблюдателей, не подтвердились; и загадка, задаваемая Меркуріемъ, остается все еще загадкой. Вообще поиски интрамеркуріальной (т. е. находящейся между Солнцемъ и Меркуріемъ) планеты составляютъ въ исторіи астрономіи длинный и поучительный эпизодъ.

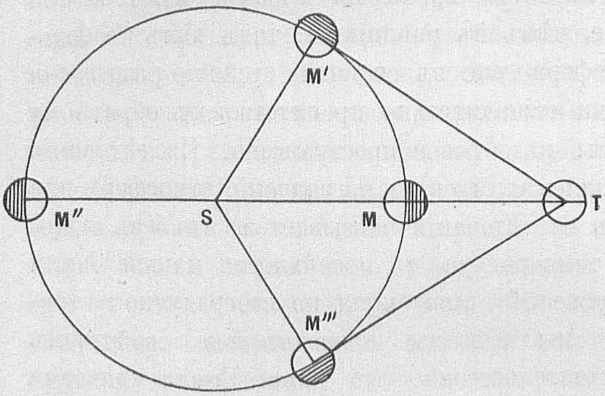


Рис. 178. Фазы Меркурія.

Наблюденія въ телескопъ съ несомнѣнностью доказываютъ, что Меркурій имѣетъ *фазы*, подобныя луннымъ. Когда планета находится въ верхнемъ соединеніи, то къ Землѣ обращено полностью все ея освѣщенное Солнцемъ полушаріе, и планета кажется совершенно круглой. Вслѣдъ затѣмъ по мѣрѣ движенія Меркурія отъ восточной элонгаціи къ нижнему соединенію къ Землѣ будетъ постепенно поворачиваться неосвѣщенное Солнцемъ полушаріе, и форма планеты будетъ претерпѣвать тѣ же измѣненія, что и постоянно наблюдаемая нами форма Луны. Наконецъ, въ нижнемъ соединеніи планета становится между Солнцемъ и Землей, при чемъ, очевидно, къ послѣдней обращено только неосвѣщенное полушаріе планеты. Эта фаза подобна новолунію (см. о фазахъ Луны въ главѣ «Земля и Луна»). Рис. 178 лучше всего пояснитъ намъ сказанное.

Пусть S обозначаетъ Солнце, T—Землю, которую мы предположимъ неподвижною, единственно для упрощенія чертежа. Когда Меркурій находится въ точкѣ M на прямой ST, въ нижнемъ своемъ соединеніи, онъ обращаетъ къ Землѣ неосвѣщенное Солнцемъ полушаріе и не виденъ съ Земли; эта фаза аналогична новолунію. Въ точкахъ, M′ и M‴, касательныхъ къ орбитѣ, проведенныхъ изъ T, полушаріе, обращенное къ Землѣ, состоитъ изъ двухъ равныхъ частей: одной освѣщенной, другой темной. Планета представится въ видѣ свѣтлаго полукруга: это будутъ первая и третья четверти. Въ M″ обращенное къ Землѣ полушаріе освѣщено вполнѣ, и Меркурій представится въ трубу, какъ полная Луна. Во время этого верхняго соединенія съ Солнцемъ Меркурій хотя и обращенъ къ намъ цѣликомъ своимъ освѣщеннымъ полушаріемъ, но за то находится въ наибольшемъ отдаленіи отъ Земли, а потому видимый его дискъ имѣетъ наименьшую величину. По мѣрѣ движенія къ нижнему соединенію видимый дискъ планеты увеличивается, а потому, хотя къ намъ все болѣе и болѣе поворачивается неосвѣщенное полушаріе, все же освѣщенныя части Меркурія въ это время удобнѣе для наблюденій.

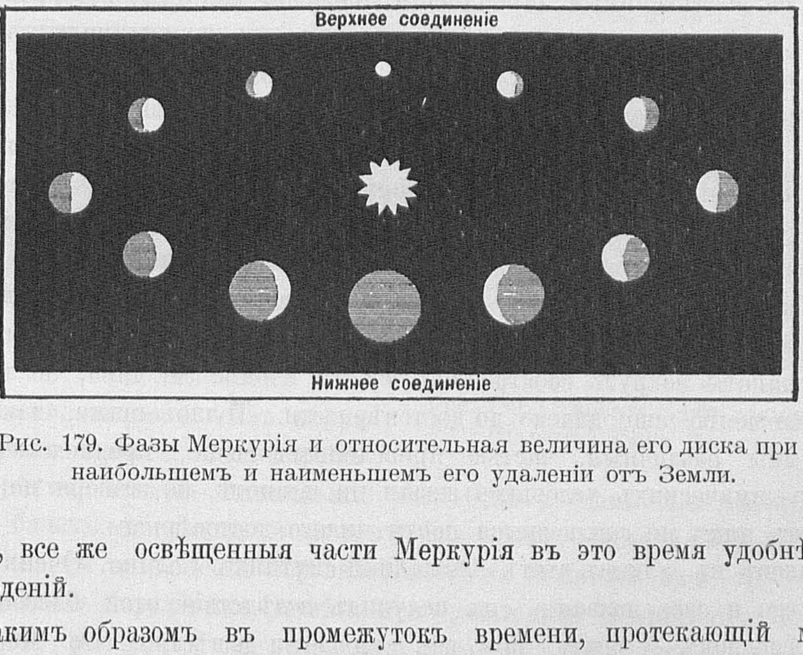


Рис. 179. Фазы Меркурія и относительная величина его диска при наибольшемъ и наименьшемъ его удаленіи отъ Земли.

Такимъ образомъ въ промежутокъ времени, протекающій между двумя послѣдовательными верхними или нижними соединеніями, т. е. за время своего синодическаго обращенія (см. выше, стр. 303), Меркурій проходитъ черезъ рядъ измѣненій видимой формы и размѣра, понятіе о которыхъ читатель можетъ получить, взглянувъ на рисунокъ 179.

Если бы орбита Меркурія лежала какъ разъ въ плоскости эклиптики, то во время каждаго нижняго его соединенія можно было бы наблюдать съ Земли, какъ онъ проходитъ черезъ дискъ Солнца въ видѣ небольшого темнаго пятна. Но орбита Меркурія наклонена къ плоскости эклиптики довольно значительно (около 7°), а потому подобныя *прохожденія* планеты сравнительно рѣдки. Послѣднее изъ такихъ прохожденій наблюдалось въ 1907 г. 14 ноября (нов. ст.). Для слѣдующихъ же ближайшихъ прохожденій Меркурія вычислены слѣдующія даты и мѣста видимости:

1914, ноября 7, видимо въ Европѣ и на востокѣ Сѣверной Америки.

1924, мая 7, начало видимо на Тихоокеанскомъ берегу Америки, все же прохожденіе только въ Тихомъ океанѣ и въ восточной Азіи.

1927, ноября 9, видимо въ Азіи и въ восточной Европѣ.

1937, мая 11, Меркурій коснется южнаго края Солнца. Это явленіе можно будетъ наблюдать въ Европѣ.

1940, ноября 10, видимо въ западной части С. Америки.

1953, ноября 14, видимо въ Соединенныхъ Штатахъ С. Америки.

Здѣсь кстати будетъ замѣтить, что изъ наблюденій прохожденій Меркурія черезъ дискъ Солнца, начиная съ 1677 г., и были обнаружены тѣ необъяснимыя особенности движенія планеты, которыя дали поводъ предполагать существованіе планеты или группы мелкихъ планетъ между Меркуріемъ и Солнцемъ. О безуспѣшности поисковъ, предпринятыхъ астрономами въ этомъ направленіи, уже упомянуто.

Въ концѣ концовъ слѣдуетъ, сознаться, что наименьшая и ближайшая къ Солнцу изъ большихъ планетъ задаетъ пока изслѣдователямъ болѣе загадокъ, чѣмъ даетъ отвѣтовъ на вопросы. Съ точки зрѣнія небесной механики загадочны и необъяснены постоянныя, хотя и небольшія, уклоненія въ движеніи Меркурія вокругъ Солнца. Съ другой стороны, какъ ни правдоподобно предположеніе Скіапарелли о вращеніи этой планеты вокругъ собственной оси въ теченіе 88 дней, но такому предположенію еще далеко до достовѣрности. Точно также, какъ ни остроумны различныя, частью приведенныя выше, предположенія о физико-химическихъ условіяхъ жизни на планетѣ, но, говоря по существу, въ нихъ не заключается почти ничего достовѣрнаго.

Таковъ въ общемъ этотъ ближайшій спутникъ Солнца. Очень вѣроятно, что и свое названіе онъ получилъ вслѣдствіе этой близости къ богу Аполлону—Солнцу, ибо изъ миѳологіи извѣстно, что Меркурій (греческій Гермесъ), посланникъ боговъ, былъ особенно близокъ Аполлону. Отсюда и астрономическій знакъ Меркурія: ☿,—это не что иное, какъ схематическое изображеніе «кадуцея», т. е. того жезла, который постоянно былъ въ рукахъ Меркурія-Гермеса, когда онъ являлся глашатаемъ воли боговъ.

Слѣдующая за Меркуріемъ по разстоянію отъ Солнца планета называется *Венерой*. Это та чудная «вечерняя или утренняя звѣзда», которая загорается на западномъ небосклонѣ во время солнечнаго заката или предъ его восходомъ на востокѣ въ зависимости отъ положенія планеты относительно Солнца, какъ уже приходилось намъ говорить выше. Послѣ Солнца и Луны это самое яркое свѣтило неба. Въ темные безлунные вечера предметы, на которые падаютъ лучи блистающей Венеры, отбрасываютъ замѣтную тѣнь. Когда описываемая планета при своемъ обращеніи около Солнца находится къ востоку отъ него, она появляется вмѣстѣ съ закатомъ Солнца на Западѣ. Вслѣдъ затѣмъ она словно исчезаетъ съ горизонта и черезъ нѣкоторый промежутокъ времени, перейдя на западъ отъ Солнца, уже появляется на востокѣ предвѣстницей солнечнаго восхода. Отсюда ея названіе то «вечерней», то «утренней» звѣзды, и нѣтъ сомнѣнія, что на зарѣ человѣческой цивилизаціи эти «звѣзды» считались различными свѣтилами, о чемъ свидѣтельствуютъ и различныя названія Венеры. Она называлась Гесперъ, или Весперусхо, какъ вечерняя звѣзда, и Фосфоръ или Люциферъ, какъ утренняя. Въ концѣ концовъ, всѣ эти названія объединились въ одномъ имени богини красоты, а зеркало съ рукояткой (♀), принадлежность этой богини, сдѣлалось астрономическимъ знакомъ планеты.

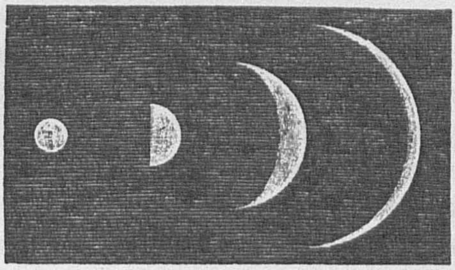


Рис. 180. Относительная величина главныхъ фазъ Венеры.

Яркость Венеры обусловливается близостью ея къ Солнцу, размѣрами самой планеты и свойствами окружающей ее атмосферы. Среднее разстояніе Венеры отъ Солнца равно 0,72 радіуса орбиты Земли, т. е. приблизительно 108 милліон. километровъ. Изъ всѣхъ планетныхъ орбитъ, эксцентреситетъ орбиты Венеры наименьшій ($e = 0{,}007$), такъ что эта орбита весьма близка къ кругу, а потому разстояніе планеты отъ Солнца въ теченіе ея обращенія измѣняется очень незначительно. За то въ значительныхъ предѣлахъ измѣняется разстояніе Венеры отъ Земли. Ближайшее разстояніе ея отъ нашей планеты (во время нижняго соединенія) составляетъ около 38 милліон. километровъ, а удаленнѣйшее (при верхнемъ соединеніи) около 260 мил. кил. Значитъ, во время своего верхняго соединенія Венера бываетъ въ 6 разъ удаленнѣе отъ Земли сравнительно съ нижнимъ соединеніемъ. Вслѣдствіе этого видимые размѣры диска планеты очень различны при различныхъ ея положеніяхъ относительно Солнца и Земли. Во время нижняго соединенія діаметръ Венеры усматривается съ Земли подъ угломъ, равнымъ 65 секундамъ, такъ что въ это время Венера представляется намъ больше всякой другой планеты, не исключая Юпитера и Сатурна съ его кольцами. Во время верхняго соединенія Венеры съ Солнцемъ, когда все освѣщенное полушаріе ея обращено прямо къ Землѣ, видимый діаметръ планеты составляетъ приблизительно 10''. Сравнительные видимые размѣры Венеры на крайнихъ и на среднемъ ея разстояніяхъ отъ Земли представлены здѣсь рисункомъ 180-мъ.

Что касается дѣйствительныхъ размѣровъ планеты, то истинный діаметръ ея составляетъ 12 тысячъ километровъ, т. е. онъ почти равенъ (немного менѣе) діаметру Земли. Поверхность Венеры равняется 450 милліонамъ квадратныхъ километровъ, и такимъ образомъ составляетъ приблизительно 0,9 поверхности Земли. Наконецъ, объемъ Венеры, равный 898 000 милліоновъ кубическихъ километровъ, составляетъ 0,8 объема Земли, точно также и плотность ея равна 0,8 плотности Земли. Наглядное представленіе о сравнительныхъ размѣрахъ Земли и Венеры читатель найдетъ на рис. 169, гдѣ сопоставлены всѣ большія планеты солнечной системы. Сжатія у Венеры до сихъ поръ не было замѣчено.

По своей орбитѣ Венера летитъ вокругъ Солнца съ быстротой 33,2 километровъ въ секунду и совершаетъ свой полный оборотъ вокругъ центральнаго свѣтила (сидерическое обращеніе) почти въ 225 сутокъ (точнѣе—224,7 сут.); слѣдовательно *годъ* Венеры на 140 сутокъ меньше земного. Время же ея синодическаго обращенія (см. стр. 303) равно 583,9 сут.; и за это время Венера претерпѣваетъ фазы и измѣненія видимыхъ размѣровъ во всемъ подобныя тѣмъ, которыя разсматривались выше при описаніи Меркурія, поэтому останавливаться на этомъ не будемъ. Приведемъ лишь по этому поводу небольшую историческую справку.

Фазы Венеры,—первыя изъ сдѣлавшихся извѣстными планетныхъ фазъ,—были открыты Галилеемъ; а такъ какъ существованіе планетныхъ фазъ служитъ убѣдительнымъ доказательствомъ вращенія планетъ около Солнца, то понятно, что поборникъ Коперниковой системы, Галилей, придалъ своему открытію важное значеніе. По обычаю своего времени, онъ сообщилъ объ открытіи латинской анаграммой, т. е. просто рядомъ буквъ, которыя необходимо было правильно разставить, чтобы получить фразу, описывавшую открытіе. Изъ анаграммы Галилея въ переводѣ на русскій языкъ получается фраза: «мать любви (т. е. Венера) подражаетъ фазамъ Цинтіи (т. е. Луны)».

Насколько точны и опредѣленны наши свѣдѣнія о продолжительности года Венеры, настолько же много разногласій существуетъ по сію пору относительно продолжительности ея сутокъ, т. е. относительно времени ея обращенія вокругъ своей оси. Знаменитый Доминикъ Кассини изъ наблюденій пятенъ планеты вывелъ въ 1667 г. для времени ея обращенія около оси немного менѣе 24 часовъ. Въ 18-мъ столѣтіи астрономъ Бланкини пришелъ къ заключенію, что вращеніе Венеры около ея оси совершается во время нѣсколько большее 24 часовъ.

Кассини-сынъ защищалъ выводъ своего отца, указывая, что планета между моментами наблюденія Бланкини въ послѣдовательные вечера всегда совершала одинъ оборотъ и еще небольшую часть оборота. Такимъ образомъ въ каждый слѣдующій день Бланкини долженъ былъ видѣть пятна ушедшими немного впередъ и оцѣнивалъ ея движеніе по этому видимому смѣщенію, не принимая во вниманіе, что за это время прошелъ цѣлый оборотъ. Черезъ 24 дня къ Землѣ обращалось то же самое полушаріе планеты, но число оборотовъ было двадцать пять. Извѣстный астрономъ Шретеръ обратилъ вниманіе на тонкіе острые рога серпа, когда планета находится приблизительно между Землею и Солнцемъ. Временами, ему казалось, одинъ изъ нихъ былъ слегка притупленъ. Приписавъ это явленіе тѣни высокой горы на Венерѣ, онъ заключилъ, что время ея вращенія составляетъ 23 часа 21 минуту. Въ 1832 г. де Вико, изъ Рима, объявилъ, что онъ снова открылъ пятна, которыя наблюдалъ Бланкини. Онъ пришелъ къ заключенію, что планета вращается въ 23 часа 21 минуту, что согласовалось съ результатомъ Шретера.

Такое согласіе результатовъ наблюденій четырехъ извѣстныхъ астрономовъ привело къ тому, что время вращенія планеты въ 23 часа 21 минуту было принято многими. Но великій Гершель, наприм., самыми могучими телескопами, какіе только были въ то время, никогда не могъ открыть ни одной неизмѣнной подробности на поверхности Венеры. Если и появлялось что-нибудь въ родѣ пятна, оно измѣнялось и снова исчезало такъ быстро, что вывести отсюда вращеніе не было возможности. Значительное большинство наблюдателей всегда приходило къ этому же отрицательному выводу. Скіапарелли, напр., и относительно Венеры утверждалъ то же, что относительно Меркурія. По его мнѣнію, планета всегда обращена одной и той же стороной къ Солнцу, т. е. дѣлаетъ полный оборотъ около своей оси въ теченіе 225 дней. Къ его мнѣнію присоединился и извѣстный американскій астрономъ Ловелль. Есть, однако, вѣскія основанія считать, что такое мнѣніе опять-таки ошибочно, и что Венера дѣйствительно обращается около своей оси приблизительно въ то же время, что и Земля, т. е. около 24 часовъ. Къ этому выводу о болѣе скоромъ суточномъ вращеніи Венеры, чѣмъ утверждалъ Скіапарелли, въ послѣднее время пришелъ астрономъ Пулковской обсерваторіи Бѣлопольскій, по наблюденіямъ смѣщенія спектральныхъ линій. При непосредственныхъ же наблюденіяхъ глазомъ, хотя бы въ самые могущественные телескопы, непреодолимое затрудненіе состоитъ въ томъ, что плотная облачная атмосфера, окутывающая планету, не позволяетъ проникнуть до поверхности самой планеты и отмѣтить тамъ какой-либо предметъ, по движенію котораго можно было бы судить о вращеніи планеты.

Что Венера окружена атмосферой и, вѣроятно, даже болѣе плотной, чѣмъ земная, это въ настоящее время считается несомнѣннымъ. На этотъ счетъ существуетъ много убѣдительныхъ доказательствъ. Прежде всего при наблюденіяхъ фазъ планеты замѣчено, что ослѣпительно яркій свѣтъ Венеры при переходѣ отъ освѣщенной части ея диска къ неосвѣщенной ослабѣваетъ *постепенно* и около самой границы, отдѣляющей обѣ эти части (насящой названіе *терминатора*) дискъ планеты принимаетъ даже сѣроватую окраску, которая нерѣдко бываетъ замѣтна также и на неосвѣщенной части планеты на довольно большомъ протяженіи. На границѣ, отдѣляющей освѣщенную часть планеты отъ неосвѣщенной, лежатъ такія точки, для которыхъ Солнце или только что зашло, или же въ скоромъ времени поднимется изъ-подъ горизонта. Поэтому въ такихъ точкахъ планеты имѣютъ мѣсто или вечернія, или утреннія сумерки. По ширинѣ полосы, охватывающей на Венерѣ тѣ мѣста, для которыхъ имѣютъ мѣсто сумерки, Шретеръ сдѣлалъ заключеніе, что *рефракція* на Венерѣ (т. е. преломленіе или отклоненіе свѣтового луча при переходѣ изъ безвоздушнаго пространства въ атмосферу) приблизительно такая же, какую мы наблюдаемъ и у

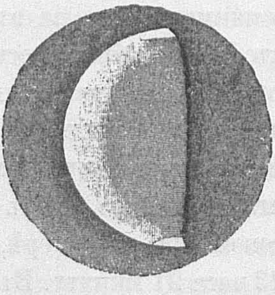


Рис. 181. Венера по снимку 1 февраля 1881 года.

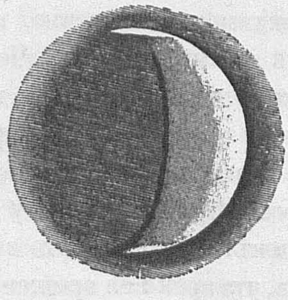


Рис. 182. Венера по наблюденіямъ 12 января 1883 года.

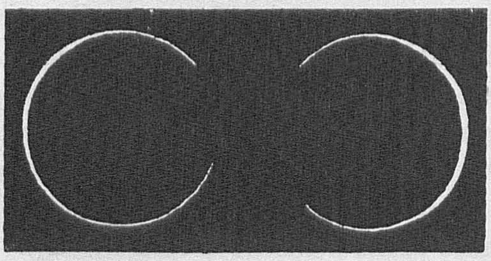


Рис. 183. Виды Венеры во время нижняго соединенія 20 и 24 ноября 1890.

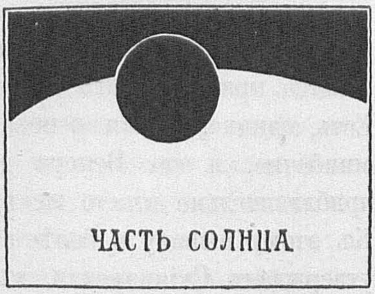


Рис. 184. Свѣтлое кольцо вокругъ Венеры при ея вступленіи на дискъ Солнца.

насъ на Землѣ. Точно также замѣчательное удлиненіе роговъ Венеры во время ея серповидныхъ фазъ (См. рис. 183) можетъ быть объяснено только существованіемъ около этой планеты плотной атмосферы.

При прохожденіяхъ планеты черезъ дискъ Солнца она кажется окруженной свѣтлымъ кольцомъ, какъ это видно на рис. 184, что ясно указываетъ на атмосферный покровъ Венеры. Точно также неподвижныя звѣзды, мимо которыхъ проходитъ эта планета, не исчезаютъ за ея краемъ сразу, какъ это замѣчается при покрытіяхъ звѣздъ Луною, но яркость ихъ ослабѣваетъ постепенно, по мѣрѣ ихъ приближенія къ краю планеты или, иначе говоря, по мѣрѣ ихъ погруженія въ нижніе и потому болѣе плотные слои ея атмосферы.

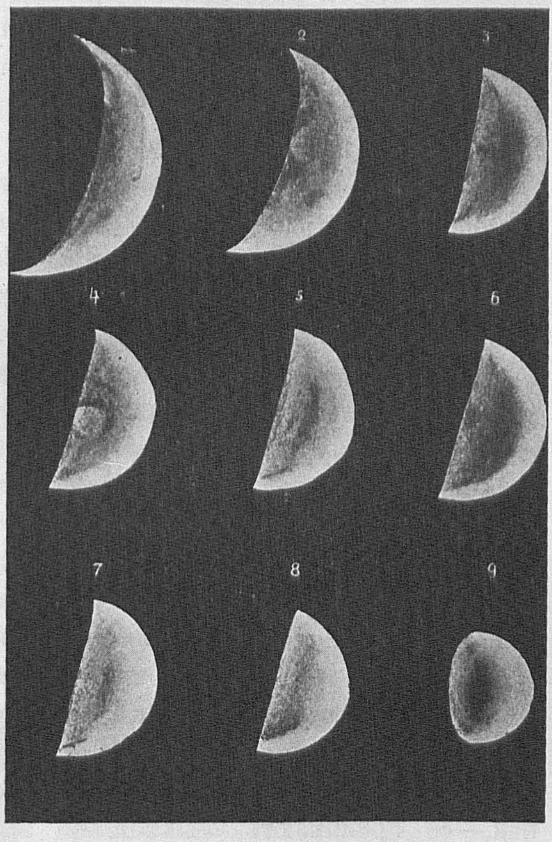


Рис. 185. Рисунки Венеры, сдѣланные на обсерваторіи «Жювизи» въ 1897 году.

Высокое *альбедо* (см. стр. 305) Венеры, равное 0,76, указываетъ также на облачность атмосферы планеты, а это въ свою очередь свидѣтельствуетъ о плотности самой атмосферы, такъ какъ именно въ плотной атмосферѣ облака могутъ держаться очень долго и густымъ слоемъ. Послѣднее обстоятельство, кстати сказать, не особенно утѣшительно для наблюдателей, такъ какъ врядъ ли сквозь подобную облачную атмосферу можно видѣть самое ядро планеты. И можно думать, что всѣ видимыя до сихъ поръ «пятна» Венеры были только временными измѣнчивыми облаками. Неосвѣщенная темная часть покрова планеты даетъ также иногда возможность наблюдать весьма загадочное явленіе— *пепельнаго свѣта* Венеры. Явленіе состоитъ въ томъ, что по временамъ, кромѣ освѣщенной Солнцемъ, видна и остальная часть кружка планеты освѣщенная слабымъ голубовато-тускловатымъ сіяніемъ, подобно тому, какъ это бываетъ на Лунѣ передъ новолуніемъ. Луна, какъ извѣстно, освѣщается при этомъ свѣтомъ, отбрасываемымъ на нее Землей. Откуда же и почему происходитъ это загадочное освѣщеніе на Венерѣ? Если бы у планеты былъ спутникъ, то было бы понятно, что онъ отражаетъ на нее получаемый отъ Солнца свѣтъ. Но такого спутника у Венеры не нашли, да, судя по всему, врядъ ли таковой и можетъ быть; такъ что разгадка о пепельномъ свѣтѣ Венеры не разрѣшена и до сихъ поръ. Наиболѣе вѣроятнымъ является предположеніе, что свѣтъ этотъ имѣетъ ту же природу, что и наши сѣверныя, или полярныя сіянія, о которыхъ будетъ рѣчь ниже. Впрочемъ, какъ ни согласуется подобное объясненіе съ современными взглядами на полярныя сіянія, свѣченіе Венеры все же остается пока загадкой.

Но, задавая загадки о себѣ, Венера зато даетъ возможность рѣшать интересныя задачи изъ другихъ областей астрономіи. Будучи къ Солнцу ближе Земли, она иногда становится въ такое положеніе, что съ Земли видно, какъ небольшой кружочекъ планеты проходитъ прямо предъ солнечнымъ дискомъ. Эти *прохожденія Венеры*, о которыхъ намъ приходилось уже говорить, позволяютъ довольно точно опредѣлить разстояніе между Солнцемъ и Землей. Послѣднее такое прохожденіе было въ 1882 году, слѣдующее будетъ только въ 2004 году, а затѣмъ 8 лѣтъ спустя—въ 2012 году. Впрочемъ, какъ увидимъ дальше, въ настоящее время астрономы обладаютъ еще болѣе удобной, если можно такъ выразиться, планетой для опредѣленія солнечнаго параллакса,—это астероидъ Эросъ.

Такимъ образомъ, если принять наиболѣе вѣроятный взглядъ о быстромъ вращательномъ движеніи Венеры (приблизительно 24 часа) около оси и то, что въ составъ ея плотной атмосферы входятъ водяные пары, то оказывается, что Венера весьма близко подходитъ къ Землѣ не только по величинѣ, объему, плотности и т. д., но и по условіямъ возможности жизни на ней. Конечно, вслѣдствіе близости къ Солнцу средняя температура Венеры должна быть гораздо выше земной,—ее принимаютъ обыкновенно въ 65 градусовъ по Цельсію (а если предположить, что планета постоянно обращена къ Солнцу одной стороной, то на этой освѣщенной сторонѣ среднюю температуру исчисляютъ въ 143° Ц. съ максимумомъ до 187°). Но плотная атмосфера планеты можетъ значительно умѣрять такія высокія температуры, и на поверхности планеты можно представить себѣ существованіе органической жизни. Впрочемъ, оставимъ путь гадательныхъ предположеній, какъ бы заманчивы они ни были.

Землю съ ея спутникомъ Луною,—слѣдующую за Венерой планету въ порядкѣ разстоянія отъ Солнца,—мы выдѣлимъ въ отдѣльный очеркъ. Теперь же перейдемъ къ первой изъ верхнихъ планетъ—къ *Марсу*.

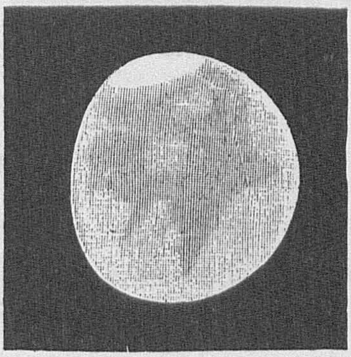


Рис. 186. Марсъ по наблюденіямъ Кениссе (Quenisset) 29 мая 1892 г.

Эта планета нынѣ въ большой чести и модѣ, если можно такъ выразиться. Врядъ ли кто не слыхалъ, напр., о «каналахъ» Марса. Когда заходитъ рѣчь объ обитаемости міровъ, о присутствіи на другихъ планетахъ мыслящихъ и разумныхъ существъ, подобныхъ людямъ, то многіе серьезно ссылаются на примѣръ Марса. Обладающій большой фантазіей астрономъ, К. Фламмаріонъ, написалъ по поводу Марса цѣлыя увлекательныя астрономическія повѣствованія. Остроумный романистъ-утопистъ, англичанинъ Уэльсъ, заставилъ даже «марсіанъ» спуститься на Землю, въ нѣсколько дней разгромить Лондонъ и обратить Англію въ юдоль ужаса, слезъ и печали. «Марсіане», въ его изображеніи, совсѣмъ-таки несимпатичны, хотя по развитію несравненно выше и могущественнѣе человѣка. На чемъ же, однако, основывается такая смѣлость въ сужденіяхъ о Марсѣ?

Въ пору, когда Марсъ видимъ, онъ свѣтитъ красноватой звѣздой отъ 3-й до первой величины. По этой окраскѣ его можно узнать; она же, вѣроятно, дала поводъ назвать его именемъ кроваваго бога войны, а за астрономическій знакъ принять аттрибуты того же бога—щитъ и копье: ♂. Въ телескопъ планета не представляется такой красной, какой она кажется невооруженному глазу.

Такъ какъ Марсъ принадлежитъ къ числу верхнихъ планетъ (см. стр. 203), то мы можетъ усматривать его не только по сосѣдству съ Солнцемъ, но и въ части неба, прямо противоположной Солнцу. Въ это время онъ проходитъ черезъ меридіанъ въ полночь, и астрономы говорятъ, что онъ находится въ противостояніи съ Солнцемъ (см. стр. 204). По той же причинѣ Марсъ никогда не представляется намъ въ видѣ серпа, подобно Меркурію и Венерѣ, хотя около того времени, когда онъ отстоитъ на 90° отъ Солнца или, какъ говорятъ, когда онъ находится въ *квадратурахъ* съ Солнцемъ, большая

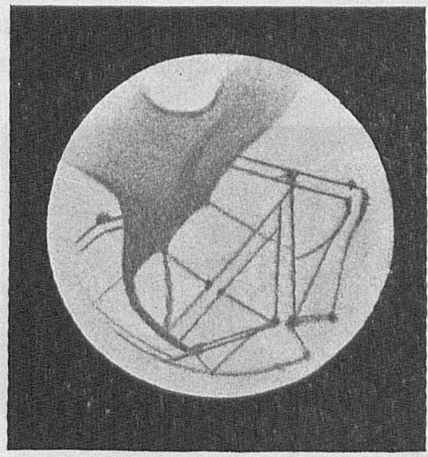


Рис. 187. Марсъ по наблюденіямъ Скіапарелли.

или меньшая часть его восточнаго или западнаго края представляется темной, и Марсъ имѣетъ видъ, подобный тому, какой имѣетъ наша Луна приблизительно за три дня до или черезъ три дня послѣ полнолунія (см. рис. 186). Еще меньшихъ размѣровъ бываетъ эта темная часть у остальныхъ верхнихъ планетъ: Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна, такъ что онѣ даже въ лучшія астрономическія трубы представляются въ видѣ правильныхъ дисковъ.

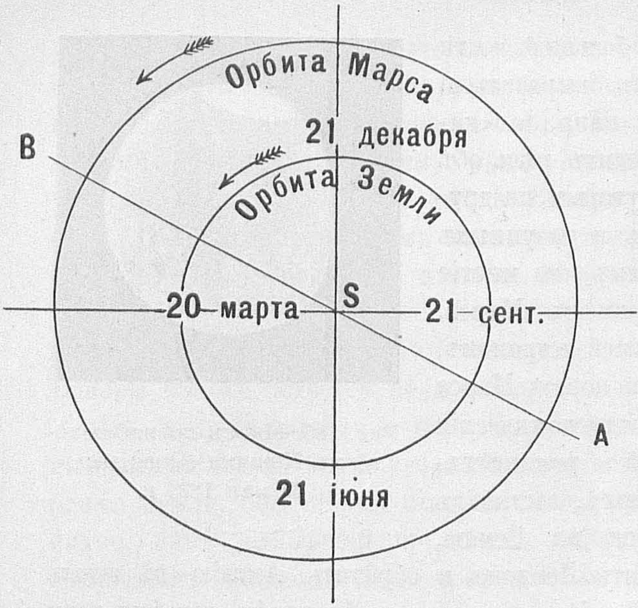


Рис. 188. Относительное расположеніе орбиты Марса и Земли.

Среднее разстояніе Марса отъ Солнца, выраженное въ доляхъ большой полуоси земной орбиты, равно 1,52, что составляетъ приблизительно 226 милліоновъ километровъ. Но такъ какъ эксцентриситетъ орбиты Марса довольно значителенъ ($e = 0{,}093$), то въ перигеліи онъ отстоитъ отъ Солнца на 205 мил. кил., а въ афеліи на 248 мил. кил. Замѣтимъ здѣсь кстати, что сравнительно значительная эллиптичность орбиты Марса много помогла великому Кеплеру при опредѣленіи истинныхъ путей, совершаемыхъ планетами въ пространствѣ около Солнца. Разность разстояній Марса отъ Земли для разныхъ положеній его на орбитѣ колеблется въ еще большихъ предѣлахъ, чѣмъ его разстоянія отъ Солнца. Наименьшее разстояніе Марса отъ Земли (во время оппозиціи или противостоянія)—разстояніе это доходитъ иногда «всего» до 57 милл. километровъ. Наибольшее же его разстояніе отъ Земли (во время соединеній) можетъ превышать только что указанное въ 7 разъ, т. е. доходитъ почти до 400 милл. километровъ. *Ясно поэтому*, что наблюденія Марса лучше всего производить во время

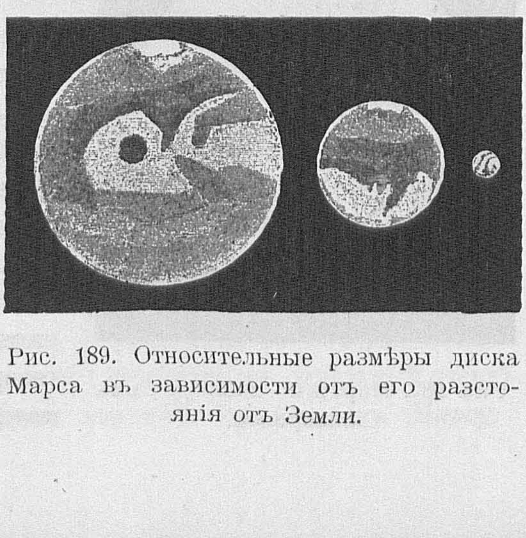


Рис. 189. Относительные размѣры диска Марса въ зависимости отъ его разстоянія отъ Земли.

его противостояній. Но хотя противостоянія Марса слѣдуютъ одинъ за другимъ приблизительно черезъ два года, или, вѣрнѣе говоря,—черезъ $779^{1}/_{2}$ дней,—время синодическаго обращенія Марса,—однако не во всѣхъ противостояніяхъ Марсъ одинаково приближается къ Землѣ, что зависитъ отъ значительнаго эксцентриситета его орбиты.

Читатель легко уяснитъ это, взглянувъ на рис. 188, который представляетъ относительное расположеніе орбитъ Марса и Земли. Линія *AB* есть большая ось орбиты Марса. Стрѣлки указываютъ направленіе движенія планетъ Земли и Марса по ихъ орбитамъ. Очевидно, что если противостояніе Марса случится близъ линіи *SA*, то онъ будетъ ближе къ Землѣ, чѣмъ тогда, когда противостояніе произойдетъ у линіи *SB*. Въ первомъ случаѣ Марсъ будетъ на разстояніи около 57 милліоновъ километровъ, тогда какъ во второмъ — на разстояніи около 100 мил. километровъ. Такія наиболѣе удобныя для наблюденій противостоянія Марса слѣдуютъ другъ за другомъ приблизительно черезъ 15 лѣтъ. Такъ, послѣднее наиболѣе благопріятное было въ 1907 году, а слѣдующее приходится на 1922 годъ. Изъ того же рисунка 188-го можно уяснить, что подобныя противостоянія приходятся на августъ или сентябрь мѣсяцы.

Рис. 190. Скіапарелли.

Въ зависимости отъ измѣненія разстоянія отъ насъ Марса,—значительно измѣняются и размѣры его диска. Рисунокъ 189 даетъ наглядное представленіе о подобныхъ измѣненіяхъ: налѣво представлена сравнительная величина Марса во время наиболѣе благопріятнаго противостоянія, направо—во время соединенія, т. е. когда Марсъ находится относительно Земли за Солнцемъ. Въ серединѣ—сравнительная величина диска планеты для ея средняго разстоянія.

Годъ Марса,—или время его сидерическаго обращенія около Солнца,—равенъ почти 687 суткамъ (точнѣе—686,98 сут.), т. е. годъ на Марсѣ равенъ двумъ земнымъ годамъ безъ 43 сутокъ. По своей орбитѣ онъ несется со средней скоростью 29,6 километровъ въ секунду.

Дѣйствительные размѣры Марса невелики. Діаметръ его равенъ 6 750 километрамъ, т. е. составляетъ приблизительно половину земного. Поверхность Марса равна 0,3 поверхности Земли, объемъ—0,14 объема Земли, масса равна 0,1 земной массы, а плотность составляетъ 0,7 земной плотности.

Вращеніе Марса около оси опредѣлено съ точностью до сотыхъ долей секунды. Оно равно 24 час. 37 мин. 22,65 секундамъ. Слѣдовательно, сутки на Марсѣ нѣсколько продолжительнѣе земныхъ.

Несмотря на свои сравнительно незначительные размѣры, Марсъ принадлежитъ къ числу наиболѣе изслѣдованныхъ и извѣстныхъ намъ небесныхъ тѣлъ. Этому въ значительной степени помогло то, что Марсъ, какъ сказано выше, въ извѣстныя времена находится въ довольно благопріятныхъ условіяхъ для наблюденій, а затѣмъ и то, что атмосфера, несомнѣнно облегающая Марсъ, отличается не особенной плотностью и кромѣ того ясна и малооблачна, такъ что въ значительной степени возможно разсмотрѣть подробности строенія поверхности планеты. Наблюденіями надъ ней особенно прославился уже не разъ упомянутый нами (покойный съ 1910 года) миланскій проф. Скіапарелли.

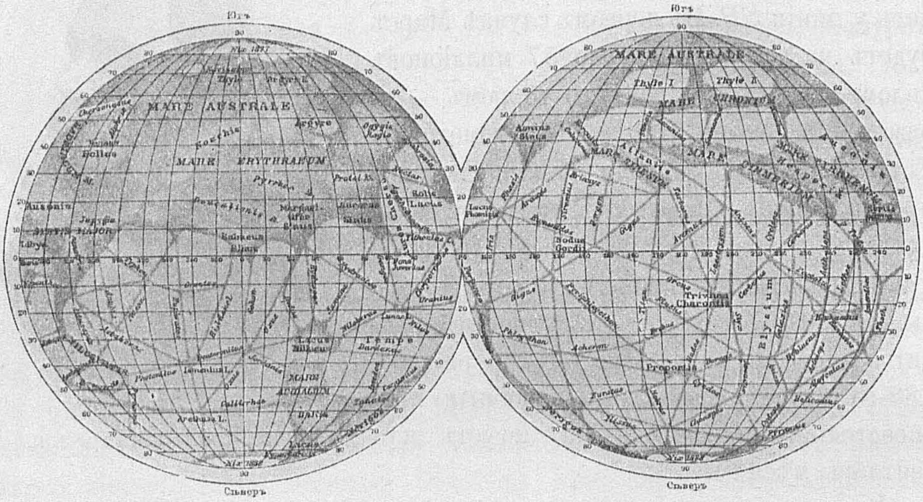

Югъ
Nix 1877
Thyle
Argyre II
MARE AUSTRALE
Argyre
Ogygis Regio
Hellas
MARE ERYTHRAEUM
Pyrrhae
Protei R.
Ausonia
Japygia
SYRTIS MAJOR
Libya
Margaritifer Sinus
Aurorae Sinus
Solis Lacus
Tithonius L.
Lacus Niliacus
Tempe
MARE ACIDALIUM
Ismenius L.
Callirrhoe
Arethusa L.
Uranius
Nix 1888
Сѣверъ
Югъ
MARE AUSTRALE
Thyle I
Thyle II
MARE CHRONIUM
Aurorae Sinus
Atlantis
MARE SIRENUM
MARE CIMMERIUM
Hesperia
MARE TYRRHENUM
Ausonia
Lacus Phoenicis
Nodus Gordii
Eumenides
Gigas
Trivium Charontis
Elysium
Propontis
Acheron
Phlegethon
Styx
Eunostos
Сѣверъ

Рис. 191. Карта восточнаго и западнаго полушарій Марса по наблюденіямъ Скіапарелли 1877—1888 г.

Но пожелавшему приступить къ наблюденіямъ надъ Марсомъ, помимо только что сказаннаго, слѣдуетъ имѣть въ виду еще и то, что̀ говоритъ по этому поводу проф. Покровскій въ своемъ «Путеводителѣ по Небу».

«Горькое разочарованіе,—говоритъ онъ,—ждетъ наблюдателя, ожидающаго увидѣть на Марсѣ всѣ тѣ диковинки, которыя открыты на немъ за послѣднее время,—его материки, моря, заливы, острова, каналы, ихъ двоеніе, періодическую смѣну цвѣтныхъ токовъ и прочія мелкія детали, подавшія поводъ къ смѣлымъ фантастическимъ предположеніямъ *о жизни на Марсѣ и даже объ его обитаемости разумными* существами. Ничего такого наблюдатель не увидитъ. Марсъ капризенъ и во всякомъ случаѣ мало доступенъ для наблюденій при обыкновенныхъ условіяхъ. Для успѣха нужны лучшія оптическія средства, самая прозрачная спокойная атмосфера, наиболѣе удобное положеніе планеты, многолѣтнее упражненіе наблюдателя и различныя уловки при наблюденіяхъ. Самъ Скіапарелли, которому мы главнымъ образомъ обязаны свѣдѣніями о Марсѣ, вначалѣ ничего почти не видѣлъ на немъ, несмотря на самое благопріятное положеніе Марса и прекрасныя атмосферныя условія. Только послѣ долгаго, терпѣливаго, систематическаго *всматриванія* онъ сталъ различать на поверхности Марса пятна, собирая которыя одно за другимъ, провѣряя и отождествляя съ прежними наблюденіями—своими и чужими—онъ и составилъ свои въ высшей степени подробныя *ареографическія*[1]) карты».

Наблюдателю Марса обыкновенно прежде всего бросаются въ глаза бѣлыя пятна у полюсовъ планеты. Наблюденія за ихъ измѣненіями въ зависимости отъ временъ года на планетѣ приводятъ къ убѣжденію, что эти пятна не что иное, какъ полярные снѣга и льды, оттаивающіе и уменьшающіеся въ объемѣ во время лѣта въ томъ или иномъ полушаріи.

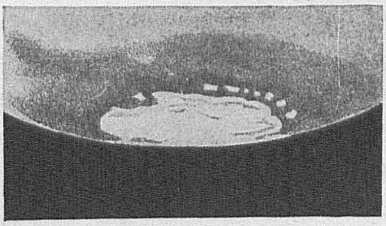


Рис. 192. Южная полярная область Марса по наблюденіямъ Грина 1 сентября 1877 г.

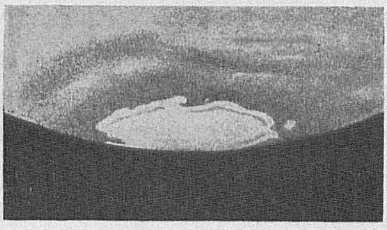


Рис. 193. Южная полярная область Марса по наблюденіямъ Грина 8 сентября 1877 г.

Искушенный опытомъ наблюдатель съ хорошей трубой и при хорошемъ состояніи земной атмосферы скоро начинаетъ разбирать на Марсѣ и другія пятна, которыя затѣмъ даютъ массу интереснѣйшихъ подробностей. Ясно отличаются темныя пятна отъ общей свѣтлой поверхности, т. е. различаются такъ называемыя «моря» отъ «материковъ». Очертанія этихъ пятенъ въ общемъ постоянны, такъ что ясно, что Марсъ—тѣло твердое, съ опредѣленнымъ устройствомъ поверхности, какъ Земля. Иногда же въ нѣкоторыхъ областяхъ неблюдаются и временныя измѣненія. Какъ будто бы огромная волна наводненія или снѣжнаго заноса нахлынетъ и покроетъ ту или другую область. Измѣняется окраска ихъ. Вмѣсто красновато-желтой является сѣрая или болѣе темная. Эти явленія находятся, повидимому, въ зависимости отъ стока жидкости, образовавшейся при таяніи полярныхъ снѣжныхъ массъ или, наоборотъ, отъ своего рода «снѣжныхъ заносовъ».

---

[1]) Марсъ—богъ войны; по-гречески—Аресъ.

Южное снѣжное поле на Марсѣ лежитъ въ срединѣ большого тѣнистаго пятна—огромнаго океана, распространяющагося на цѣлую треть поверхности планеты; сѣверное, наоборотъ, расположено на материкѣ. Это послѣднее обстоятельство обусловливаетъ интересное явленіе, которому нѣтъ подобнаго на поверхности нашей планеты. При таяніи снѣжнаго поля на сѣверномъ полюсѣ Марса жидкость разливается на огромное пространство, покрываетъ «материкъ» и образуетъ родъ «моря», которое широкой каймой охватываетъ оставшуюся снѣжную равнину. Эта жидкость питаетъ другія моря, а сбывая, оставляетъ озера.

Относительно жидкости, наполняющей моря и озера Марса, существуютъ различныя предположенія. Одни, вмѣстѣ со Скіапарелли, считаютъ ее водой, другіе же углекислотой, такъ что полярныя пятна они принимаютъ за снѣжныя отложенія этой угольной кислоты. Противъ послѣдняго предположенія, какъ сейчасъ увидимъ, есть, однако, болѣе вѣскія возраженія, чѣмъ противъ перваго.

Отношеніе между такъ называемыми материками и морями Марса отлично отъ земного. Море и суша на Марсѣ распредѣлены приблизительно поровну, тогда какъ на Землѣ суша составляетъ только треть ея поверхности, а остальное принадлежитъ водѣ. Цвѣтъ материковъ красновато-желтый, а цвѣтъ морей темно-коричневый, смѣшанный съ сѣрымъ. Когда на какомъ-либо полушаріи Марса наступаетъ лѣто, то моря этой области дѣлаются болѣе темными, чѣмъ зимой.

Мы говоримъ о «временахъ года» на Марсѣ. Несомнѣнно, что таковыя на немъ существуютъ и смѣняются въ такой же послѣдовательности, какъ и на Землѣ. Зависитъ это прежде всего отъ того, что ось вращенія Марса наклонена къ плоскости его орбиты почти подъ такимъ же угломъ, какъ и ось вращенія Земли къ ея орбитѣ, а именно наклонъ экватора Марса (или, что то же, его оси) къ его орбитѣ равенъ 24°52′. Поэтому не только послѣдовательность временъ года на Марсѣ такая же, какъ на Землѣ, но и распредѣленіе жаркаго, умѣренныхъ и холодныхъ поясовъ подобное же.

Различіе состоитъ въ томъ, что время обращенія Марса около Солнца, т.-е. годъ этой планеты, составляетъ круглымъ числомъ 687 дней и, слѣдовательно, приблизительно въ два раза длиннѣе нашего земного года. Поэтому и продолжительность отдѣльныхъ временъ года на Марсѣ въ среднемъ вдвое больше продолжительности соотвѣтственныхъ временъ года у насъ, на Землѣ. Болѣе существенное различіе между обѣими планетами обусловливается тѣмъ, что орбита Марса представляетъ болѣе вытянутый эллипсъ, чѣмъ орбита Земли, и разстояніе отъ Солнца мѣняется въ значительныхъ предѣлахъ. Поэтому продолжительность какого-нибудь опредѣленнаго времени года на Марсѣ можетъ мѣняться въ весьма значительныхъ предѣлахъ, и, кромѣ того, различныя времена года по своей продолжительности гораздо больше отличаются одно отъ другого, чѣмъ у насъ на Землѣ. Времена года въ томъ смыслѣ, какъ мы ихъ понимаемъ на Землѣ, имѣютъ въ сѣверномъ полушаріи Марса слѣдующую продолжительность:

	въ земныхъ суткахъ		въ земныхъ суткахъ
весна	199,6	зима	160,1
лѣто	181,7	весна и лѣто вмѣстѣ	381,3
осень	145,6	осень и зима вмѣстѣ	305,7

Поэтому въ то время, какъ у насъ на Землѣ въ сѣверномъ полушаріи продолжительность весны и лѣта, вмѣстѣ взятыхъ, составляетъ 186,5 сутокъ, а подолжительность осени и зимы 178,8 сутокъ и такимъ образомъ первый промежутокъ времени только на 7,7 дней длиннѣе второго, для Марса та же разность доходитъ до 75,6 дней или до $2^{1}/_{2}$ мѣсяцевъ. Въ южномъ полушаріи, конечно, имѣетъ мѣсто обратнее явленіе: тамъ продолжительность осени и зимы, вмѣстѣ взятыхъ, больше продолжительности весны и лѣта и, кромѣ того, зима на 21,6 дней длиннѣе лѣта.

Для Марса такъ же, какъ и для Земли, прохожденіе черезъ перигелій падаетъ на тѣ мѣсяцы, когда въ южномъ полушаріи планеты имѣетъ мѣсто лѣто. Поэтому на Марсѣ, какъ и на Землѣ, въ южномъ полушаріи лѣто хотя короче, но зато жарче, чѣмъ въ сѣверномъ, съ тою разницей, что на Марсѣ, вслѣдствіе большого эксцентриситета орбиты этой планеты, разность температуръ въ обоихъ полушаріяхъ значительнѣе, чѣмъ на Землѣ. Для орбиты Марса разстоянія перигелія и афелія до Солнца относятся между собою какъ 5 къ 6, а такъ какъ по выводамъ науки освѣщеніе и нагрѣваніе измѣняются обратно пропорціонально квадратамъ разстояній, то въ разгарѣ лѣта въ теченіе дня сѣверное полушаріе Марса получаетъ приблизительно только 0,7 того количества теплоты, которое при тѣхъ же обстоятельствахъ приходится на долю южнаго. Поэтому-то южное полушаріе имѣетъ хотя болѣе короткое, но зато гораздо болѣе жаркое лѣто, чѣмъ сѣверное, между тѣмъ какъ зима въ южномъ полушаріи бываетъ не только длиннѣе, но, вслѣдствіе большаго удаленія Марса отъ Солнца въ это время, также и холоднѣе, чѣмъ въ сѣверномъ. Поэтому разница въ температурѣ между

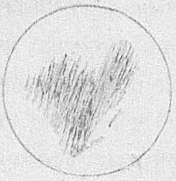


Рис. 194. Syrtis major по Гюйгенсу. 1659.

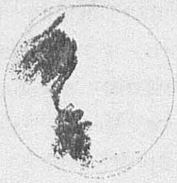


Рис. 195. Syrtis major по В. Гершелю. 1777 г.

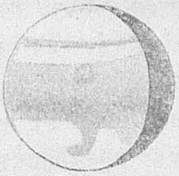


Рис. 196. Syrtis major по Шретеру. 1798 г.

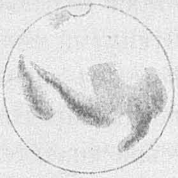


Рис. 197. Syrtis major по Медлеру. 1830 г.

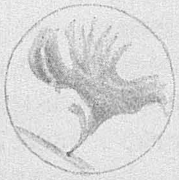


Рис. 198. Syrtis major по Даусу. 1864 г.

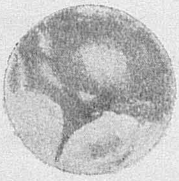


Рис. 199. Syrtis major по Грину. 1877 г.

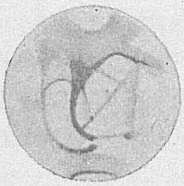


Рис. 200. Syrtis major по Скіапарелли. 1889 г.

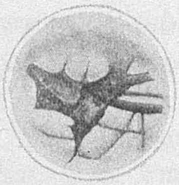


Рис. 201. Syrtis major по Ловеллю. 1894 г.

обоими полушаріями на Марсѣ должна быть по всей вѣроятности гораздо чувствительнѣе, чѣмъ на Землѣ.

Обратимся снова къ тому, что наблюдается на поверхности Марса. Наблюденія эти ведутся чуть ли не со дня изобрѣтенія астрономической трубы, и уже великій Гюйгенсъ оставилъ намъ свои рисунки поверхности Марса. Одинъ изъ такихъ рисунковъ, сдѣланный имъ въ 1659 году (см. рис. 194), представляетъ общіе контуры той замѣчательной части поверхности Марса, которая носитъ названіе «Моря песочныхъ часовъ» («Syrtis major» по Скіапарелли, «Mer du Sablier» по Фламмаріону). Мѣстность въ общихъ очертаніяхъ представляетъ треугольную фигуру, повернутую остріемъ внизъ, т. е. къ сѣверному полюсу планеты (не слѣдуетъ забывать, что астрономическая труба, рефракторъ, даетъ перевернутое изображеніе). Та же часть поверхности Марса (Syrtis major) приводится здѣсь на рисункахъ 195—201 такъ, какъ она зарисована позднѣйшими наблюдателями. Бѣглый даже обзоръ этихъ рисунковъ дастъ читателю понятіе, насколько наука двинулась впередъ въ детальномъ изученіи поверхности Марса вмѣстѣ съ усовершенствованіемъ орудій и способовъ наблюденія. Но тѣ же рисунки свидѣтельствуютъ часто и объ измѣнчивости деталей поверхности планеты. Сравните хотя бы рис. 200 Скіапарелли съ его же позднѣйшимъ рисункомъ (см. выше рис. 187) той же мѣстности (Syrtis major), гдѣ ясно выражены такъ называемое «двоеніе» каналовъ. Другая замѣчательная область на поверхности Марса это «Глазъ» или «Солнечное Озеро» (Lacus Solis) по Скіапарелли (Mer de Torby по Фламмаріону). Рис. 204 на стр. 329 даетъ два параллельныхъ снимка этого Озера Солнца, сдѣланныхъ на Ликской обсерваторіи; и сопоставленіе ихъ показываетъ опять-таки не только постоянство общаго контура, но и измѣнчивость деталей.

Самымъ замѣчательнымъ и загадочнымъ, но пока совершенно необъясненнымъ явленіемъ на Марсѣ являются, безспорно, его *каналы*, открытые Скіапарелли въ 1877 году. Каналы это тѣ еле замѣтныя тонкія темноватыя полосы на поверхности Марса, которыя почти прямолинейными штрихами изрѣзываютъ всю сушу планеты и тянутся иногда на сотни и тысячи километровъ. Заслуживаетъ особеннаго вниманія обстоятельство, что началомъ каждаго канала является море или подобный же каналъ, а кончается каналъ также всегда воднымъ вмѣстилищемъ. Все, повидимому, въ особенности увлекающемуся воображенію, говоритъ за то, что это дѣйствительно каналы или проливы, разносящіе воду по сушѣ Марса. Ширина нѣкоторыхъ изъ этихъ «каналовъ» доходитъ до 300 и болѣе километровъ, т. е. до ширины, напр., нашего Балтійскаго моря. Загадочны каналы, но еще болѣе загадочно ихъ *двоеніе*. Обык-

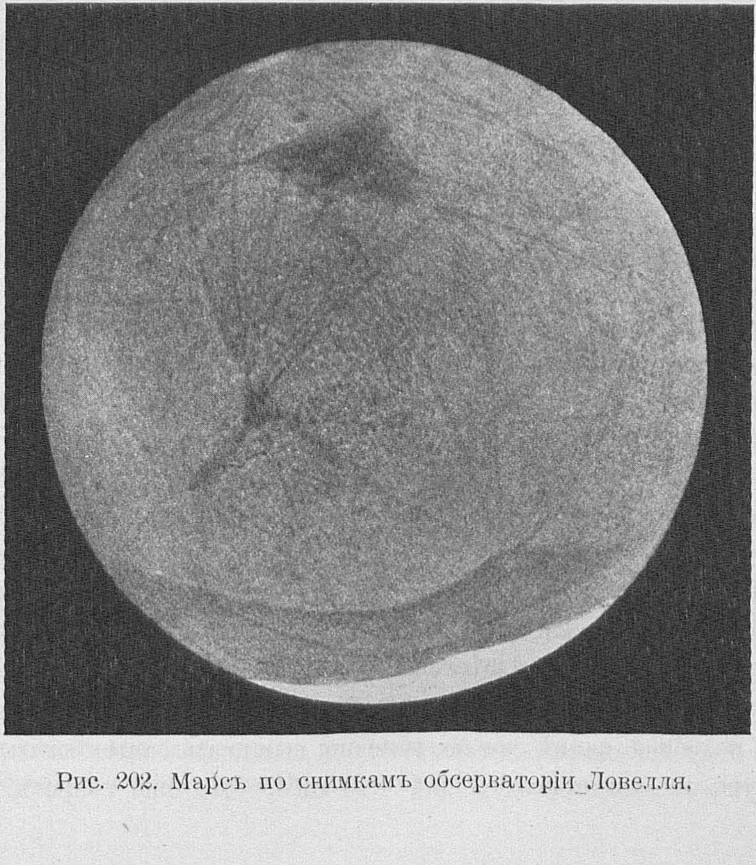


Рис. 202. Марсъ по снимкамъ обсерваторіи Ловелля.

новенно до и послѣ большого наводненія, наблюдаемаго въ сѣверномъ полушаріи, на нѣсколько дней или только часовъ вмѣсто одной темной линіи, представляющей какой-либо каналъ, вдругъ выступаютъ двѣ такихъ линіи, идущія по прежнему направленію совершенно параллельно. Иногда прежняя прямая сохраняетъ свое мѣсто, и вторая появляется рядомъ съ ней; иногда же и первая кажется смѣщенной, такъ что обѣ линіи идутъ по обѣ стороны прежняго канала. Разстояніе, на которое раздвигаются обѣ линіи, бываетъ довольно значительно: оно колеблется въ предѣлахъ отъ 50 до 600 километровъ. Разнообразна также и окраска этихъ удвоенныхъ каналовъ: она принимаетъ всѣ оттѣнки отъ чернаго до свѣтло-краснаго. На нѣкоторыхъ же каналахъ двоенія совсѣмъ не наблюдается. Дать хоть сколько-нибудь удовлетворительное объясненіе этому двоенію пока никому не удалось. Но съ тѣмъ большимъ усердіемъ и настойчивостью люди науки изучаютъ эти каналы и стараются проникнуть въ малѣйшія детали устройства поверхности планеты. Составлены уже многочисленныя карты Марса (Скіапарелли, Фламмаріонъ, Ловелль, Бреннеръ и др.), поражающія обиліемъ подробностей и невольно наводящія широкую публику на мысль, что подобная разумная «система орошенія и сообщенія» на Марсѣ есть дѣло мыслящихъ существъ, населяющихъ Марсъ, а извѣстный Фламмаріонъ проводитъ мысль о возможности и необходимости завязать съ ними сношенія.

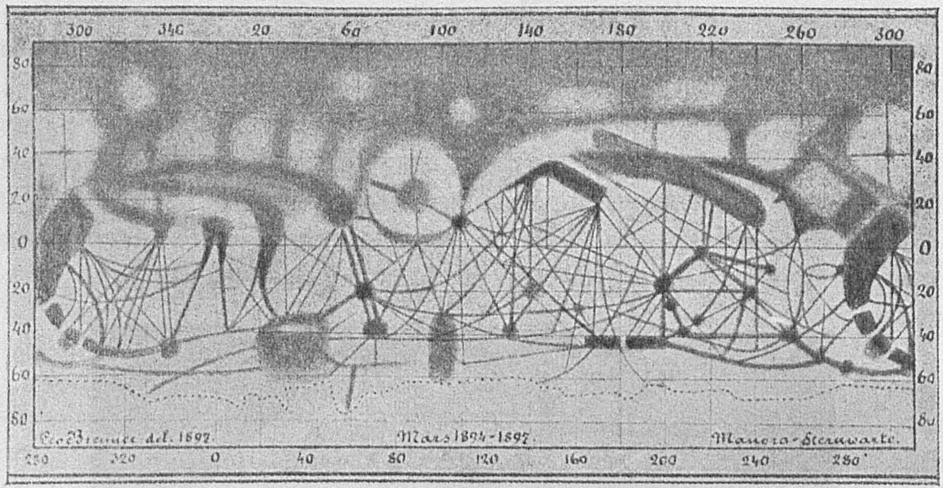


Рис. 203. Карта планеты Марса въ проэкціи Меркатора по наблюденіямъ астронома Бреннера.

На подобной канвѣ можно, конечно, вышивать самые богатые узоры, но будутъ ли они пригодны для чего-либо,—это еще вопросъ. Во всякомъ случаѣ читателю будетъ интересно и полезно запомнить, какъ разбирается въ вопросѣ о каналахъ большой и трезвый авторитетъ астрономической науки—недавно скончавшійся проф. Ньюкомъ. Вотъ страница по этому поводу изъ его «Астрономіи для всѣхъ».

До настоящаго времени между наблюдателями и авторитетными астрономами по вопросу объ этихъ каналахъ существуетъ разногласіе. Это происходитъ отъ того, что каналы не являются рѣзко очерченными деталями на однородной поверхности. Всюду на планетѣ видны различія въ оттѣнкахъ—свѣтлыя и темныя пятна, такія слабыя и размытыя, что трудно вообще указать ихъ точную форму и контуръ, и переходящія одно въ другое незамѣтными градаціями. Вслѣдствіе крайней трудности даже увидѣть ихъ и вслѣдствіе измѣненія ихъ вида при различномъ освѣщеніи и различномъ состояніи нашей атмосферы, наблюдатели дали большой рядъ рисунковъ этихъ объектовъ, мало согласныхъ другъ съ другомъ. На одномъ концѣ этого ряда мы имѣемъ рисунки наблюдателей Ловеллевской обсерваторіи во Флагстафѣ (Америка). Они изображаютъ каналы въ видѣ многочисленныхъ темныхъ тонкихъ линій, образующихъ цѣлую сѣть, которая покрываетъ большую часть поверхности планеты. На картѣ Скіапарелли они являются довольно широкими слабыми полосами, далеко не столь рѣзкими, какъ на рисункахъ Ловелля. У Ловелля каналовъ гораздо больше, чѣмъ у Скіапарелли. Можно было бы думать поэтому, что все, видѣнное послѣднимъ, должно быть и на картѣ Ловелля. Но до этого очень далеко. Между особенностями, замѣченными на этихъ двухъ обсерваторіяхъ, существуетъ только общее сходство. На рисункахъ Ловелля одной изъ самыхъ любопытныхъ особенностей является то, что точки пересѣченія каналовъ другъ съ другомъ отмѣчаются темными круглыми пятнами, какъ бы круглыми озерами. Никакихъ такихъ пятенъ на картѣ Скіапарелли нѣтъ.

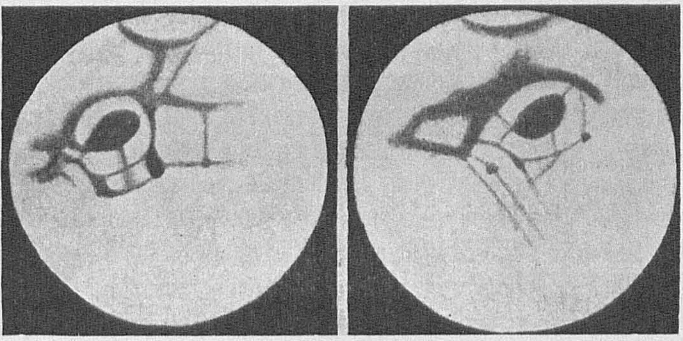


Рис. 204. Озеро Солнца (Lacus Solis) на Марсѣ по рисункамъ Кемпбеля и Гессея.

Одной изъ наиболѣе замѣтныхъ особенностей Марса является широкое, темное, почти круглое пятно, окруженное бѣлымъ; его назвали Lacus Solis, Озеро Солнца. Въ этомъ согласны всѣ наблюдатели. Они согласны въ значительной части относительно нѣкоторыхъ слабыхъ полосокъ или каналовъ, выходящихъ изъ этого озера.

Но затѣмъ мы находимъ, что они не согласны ни относительно числа этихъ каналовъ, ни относительно окружающихъ деталей. Интересно тщательно сравнить два рисунка этой области, сдѣланные Кэмпбеллемъ и Гессеемъ на Ликской обсерваторіи, вѣроятно, въ наилучшихъ, какія только есть, условіяхъ (см. рис. 204).

Врядъ ли какая-нибудь обсерваторія имѣетъ лучшія атмосферныя условія для наблюденій этой планеты, чѣмъ Ликская обсерваторія на горѣ Гамильтонъ. Ея телескопъ есть наибольшій и наилучшій въ свѣтѣ, какой только когда-нибудь направлялся на Марсъ спеціально, а Барнардъ (Barnard)—одинъ изъ самыхъ тщательныхъ наблюдателей. Въ высшей степени замѣчательно поэтому, что особенности поверхности Марса, какія видѣлъ Барнардъ въ Ликскій телескопъ, не вполнѣ соотвѣтствуютъ каналамъ Скіапарелли и Ловелля. При исключительно спокойномъ воздухѣ ему удавалось видѣть большое количество мелкихъ и очень слабыхъ деталей, которыя оставались невидимыми для другихъ наблюдателей съ меньшими телескопами. Онѣ были такъ сложны, что представить ихъ на рисункѣ не было возможности. Онѣ были видны не только въ болѣе свѣтлыхъ областяхъ планеты, которыя считаются материками, но—въ еще большемъ числѣ—и на такъ называемыхъ моряхъ. Въ нихъ не было той правильности, которая позволяла бы считать ихъ каналами, идущими изъ одной области въ другую. Глазъ могъ, впрочемъ, прослѣдить кое-гдѣ болѣе темныя полосы и нѣкоторыя изъ нихъ соотвѣтствовали предполагаемымъ каналамъ, но онѣ было гораздо неправильнѣе, чѣмъ детали и Скіапарелли и Ловелля.

Одинъ тщательный и искусный италіанскій наблюдатель, Черулли (Cerulli), даетъ этому весьма, повидимому, хорошее объясненіе. Онъ нашелъ, что послѣ двухъ лѣтъ изученія Марса онъ могъ, разсматривая Луну въ бинокль, видѣть или думать, что видитъ, линіи и различныя пятна на ея поверхности, схожія съ деталями Марса. Это явленіе нельзя считать ни совершенной иллюзіей, ни точнымъ представленіемъ объектовъ, съ другой стороны. Оно происходитъ отъ самопроизвольнаго дѣйствія глаза, который слабымъ и неправильнымъ сочетаніямъ свѣта и тѣни, слишкомъ мелкимъ, чтобы ихъ можно было разобрать каждое въ отдѣльности, даетъ правильныя формы.

Изложенное можно резюмировать слѣдующимъ образомъ:

1) На поверхности Марса есть много областей различныхъ оттѣнковъ, которыя не имѣютъ рѣзкихъ очертаній.

2) На ней есть много желтыхъ полосъ, нѣсколько размытыхъ очертаній, простирающихся на значительныя разстоянія по поверхности планеты.

3) Во многихъ случаяхъ темныя части представляются расположенными въ болѣе или менѣе длинный рядъ и такимъ образомъ производятъ впечатлѣніе длинныхъ темныхъ каналовъ.

Явленіе, на которомъ основано это третье (можно считать его тожественнымъ съ тѣмъ, что наблюдалъ Черулли)—можно хорошо представить себѣ, глядя черезъ увеличительное стекло на портретъ, гравированный на стали точками. Въ такомъ случаѣ будутъ видны только точки, расположенныя по прямымъ и кривымъ линіямъ. Но примите прочь увеличительное стекло—и глазъ соединитъ эти точки въ ясно очерченное собраніе деталей, представляющее очертанія человѣческаго лица.

Подобно тому, какъ глазъ обращаетъ собраніе точекъ въ лицо, такъ же, можетъ быть, онъ обращаетъ мелкія точки на планетѣ Марсъ въ длинные непрерывные каналы.

Таковы въ общихъ чертахъ данныя, полученныя изъ наблюденій поверхности Марса. Многое говоритъ за то, что тамъ происходятъ явленія, какъ будто напоминающія земные процессы. Но слѣдуетъ ли отсюда, что на Марсѣ существуютъ разумныя, мыслящія существа, какъ въ этомъ пытаются насъ увѣрить иные? Строгая наука положительно отказывается отвѣчать на этотъ вопросъ и прежде всего потому, что для рѣшенія подобнаго рода вопросовъ необходимо уяснить себѣ то, что мы наблюдаемъ, лучше, чѣмъ это сдѣлано до сихъ поръ.

Рис. 205. Холль.

Въ то самое время, когда Скіапарелли въ Миланѣ началъ производить свои замѣчательныя наблюденія надъ Марсомъ (1877 г.), въ Америкѣ, въ Вашингтонѣ, проф. Холлемъ были открыты два спутника планеты, которые были названы Деймосомъ и Фобосомъ. Обѣ эти луны Марса столь малы (около 12 километровъ въ поперечникѣ!), что заслужили насмѣшливое названіе «карманныхъ планетъ». Разстоянія ихъ отъ планеты-покровительницы также весьма невелики. Если за единицу принять радіусъ самой планеты, то радіусы орбитъ спутниковъ выразятся числами 2,8 и 6,9, т. е. Фобосъ, напр., отстоитъ отъ поверхности Марса всего на 6 000 километровъ. Орбиты обоихъ спутниковъ почти круговыя. Деймосъ обходитъ вокругъ своей планеты въ 30 часовъ 18 мин., Фобосъ въ 7 час. 39 мин.: Фобосъ успѣваетъ, такимъ образомъ, три раза облетѣть вокругъ Марса, пока онъ разъ повернется около своей оси. Поэтому для обитателей планетъ Фобосъ кажется восходящимъ на западѣ и заходящимъ на востокѣ. Впрочемъ, оба

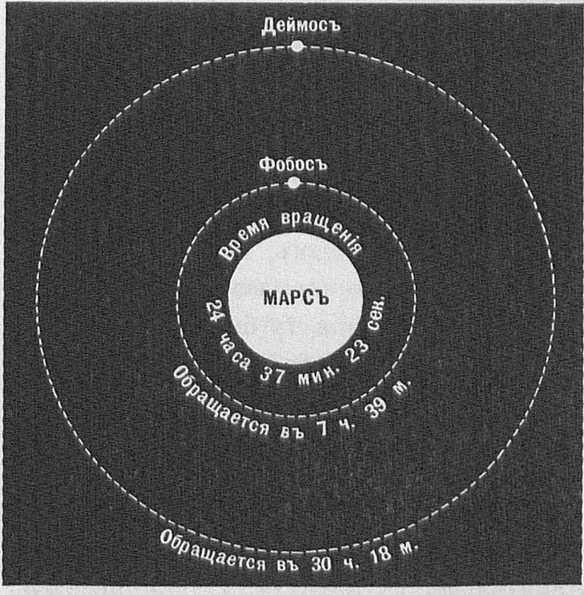


Рис. 206. Марсъ и его два спутника—Деймосъ и Фобосъ.

спутника Марса невидимы съ планеты простымъ глазомъ, если только, конечно, «марсіане» не имѣютъ глазъ-телескоповъ. Открытіе этихъ небольшихъ спутниковъ имѣло, однако, весьма важное значеніе, такъ какъ дало возможность астрономамъ точно разрѣшить весьма трудный прежде вопросъ о массѣ Марса.

Intra Martem et Jovem novum interposui planetam (между Марсомъ и Юпитеромъ я помѣстилъ новую планету)... Это слова Кеплера. Великій «законодатель неба», какъ видно, не хотѣлъ примириться съ тѣмъ, что въ огромномъ промежуткѣ между Марсомъ и Юпитеромъ не находится никакого тѣла. Числа Боде, о которыхъ намъ приходилось говорить, также указывали на какой-то прорывъ между Марсомъ и Юпитеромъ въ послѣдовательности разстояній планетъ отъ Солнца. Пророчество Кеплера исполнилось, и прорывъ былъ заполненъ въ первый день 19-го столѣтія, т. е. 1-го января 1801 г.

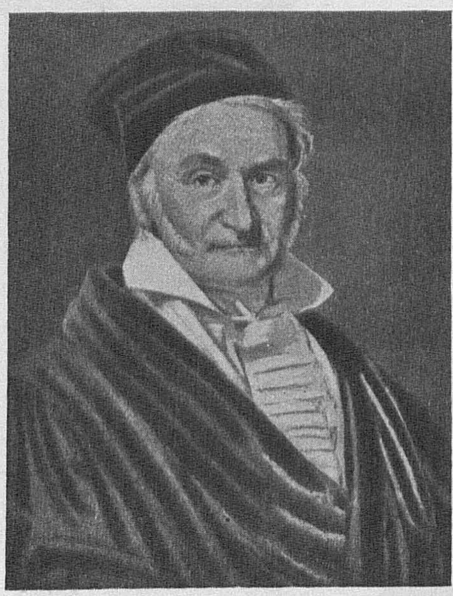


Рис. 207. Гауссъ.

Въ этотъ день астрономъ Піацци въ Палермо случайно открылъ небольшое свѣтило 7,8 величины, обладавшее собственнымъ движеніемъ среди звѣздъ. Піацци колебался, принять ли это свѣтило за планету, или комету, лишенную туманной оболочки. Но пока онъ извѣстилъ о своемъ открытіи другихъ астрономамъ, новооткрытое свѣтило подошло настолько близко къ Солнцу, что скрылось въ его лучахъ и стало недоступно наблюденіямъ въ наилучшія трубы того времени.

Весь астрономическій міръ былъ заинтересованъ вопросомъ, не открыта ли въ самомъ дѣлѣ новая планета. Такъ какъ наблюдать свѣтило было уже нельзя, то вопросъ, казалось бы, разрѣшался иначе: пользуясь наблюденіями Піацци, слѣдовало вычислить орбиту вновь открытаго свѣтила и такимъ образомъ не потерять его, а найти снова на небосводѣ по выходѣ изъ лучей Солнца. Но наблюденія Піацци продолжались всего отъ 1-го января по 15 февраля, а дуга, пройденная свѣтиломъ, составляла всего 3 градуса, поэтому астрономамъ того времени предстояло разрѣшить такую задачу:

Изъ наблюденій, охватывающихъ всего нѣсколько дней, опредѣлить орбиту новаго небеснаго тѣла, не задаваясь заранѣе видомъ кривой линіи, по которой это тѣло совершаетъ свое движеніе. Въ то время рѣшеніе этой задачи считалось невозможнымъ. Легко понять, поэтому, то соединенное со страхомъ напряженіе, которое испытывали астрономы, опасавшіеся, какъ бы не ускользнуло отъ нихъ вновь открытое небесное тѣло. Дуга, описанная свѣтиломъ за тотъ промежутокъ времени, въ теченіе котораго ее наблюдалъ Піацци, какъ мы только что упомянули, едва достигала 3°. Астрономы хорошо понимали, что, пользуясь прежними способами, они совершенно не могли надѣяться снова отыскать этотъ, такъ сказать, планетарный атомъ, который по истеченіи года могъ перемѣститься въ противоположную часть небесной сферы.

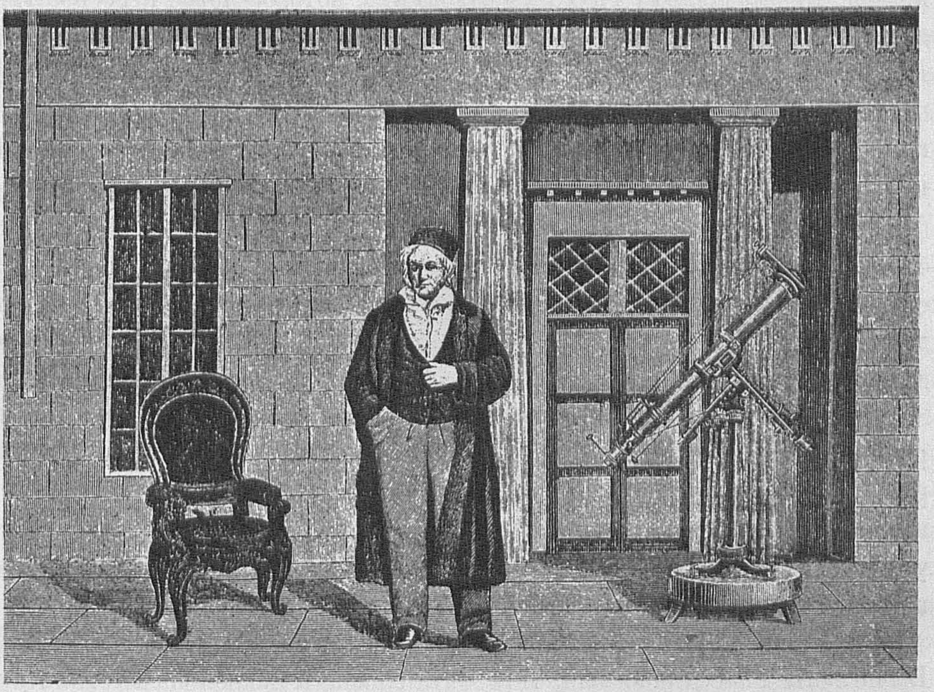


Рис. 208. Карлъ Фридрихъ Гауссъ въ своей обсерваторіи.

Къ счастью, этой задачей уже нѣсколько раньше занялся одинъ изъ величайшихъ умовъ всѣхъ столѣтій, Гауссъ, получившій впослѣдствіи названіе «царя математиковъ». Въ то время онъ былъ еще совсѣмъ молодымъ человѣкомъ, 24 лѣтъ отъ-роду, но уже прославился, какъ авторъ знаменитаго сочиненія «Disquisitiones arithmeticae».

Начатыя въ указанномъ смыслѣ изслѣдованія относительно опредѣленія орбиты новаго небеснаго тѣла Гауссъ незадолго передъ тѣмъ отложилъ въ сторону за неимѣніемъ подходящаго случая для провѣрки своего способа на практикѣ. Такимъ образомъ съ открытіемъ Піацци новаго свѣтила Гауссу представлялась полная возможность не только окончательно разработать свой способъ, но и испытать его пригодность на практикѣ. Въ октябрѣ 1801 года онъ принялся за вычисленія и вскорѣ послѣ этого сообщилъ астрономамъ полученные результаты, не изложивъ однако основаній своего способа. Неслыханная до тѣхъ поръ точность, съ которою вычисленная имъ орбита согласовалась съ первыми наблюденіями Піацци надъ открытымъ свѣтиломъ, снискала довѣріе къ указанному Гауссомъ положенію, которое новое небесное тѣло должно было занимать на небѣ послѣ выхода изъ солнечныхъ лучей. Дѣйствительно, астроному Цаху въ первую же ночь, удобную для отысканія новаго небеснаго тѣла, именно 7-го декабря 1801 г., посчастливилось, на основаніи указаній Гаусса, снова найти его на небѣ. Оно оказалось планетой, которая была названа *Церерой.*

Такимъ образомъ, открытіе Цереры навсегда останется связаннымъ съ именемъ геніальнаго Гаусса и съ появившимся вслѣдъ его безсмертнымъ твореніемъ «Theoria motus Corporum Coelestium» (Теорія движеній небесныхъ тѣлъ), гдѣ онъ далъ свои изящные методы опредѣленія эллиптическихъ орбитъ изъ трехъ и четырехъ наблюденій.

Среднее разстояніе Цереры отъ Солнца, вычисленное въ доляхъ радіуса земной орбиты, оказалось 2,77; наклоненіе орбиты къ эклиптикѣ равно 10°. Такимъ образомъ была найдена та планета, существованіе которой предполагалъ Кеплеръ и для поисковъ которой, кстати сказать, уже въ концѣ XVIII вѣка астрономы Лаландъ и Цахъ образовали цѣлую кимиссію для наблюденія всѣхъ знаковъ зодіака.

28 марта 1802 года Ольберсомъ была открыта планета—*Паллада.* Вычисленія Гаусса показали, что орбита Паллады наклонена къ эклиптикѣ подъ угломъ почти въ 35°, среднее разстояніе такое же, какъ у Цереры. Значитъ, орбиты обѣихъ планетъ сближаются въ двухъ точкахъ, расположенныхъ на линіи пересѣченія плоскостей ихъ орбитъ. Это навело Ольберса на мысль о происхожденіи обѣихъ планетокъ отъ одной большой, распавшейся на части. Если такъ, то можно было думать, что существуютъ не два, а больше подобныхъ осколковъ, движущихся вокругъ Солнца въ орбитахъ, плоскости которыхъ проходятъ черезъ указанную линію пересѣченія плоскостей орбитъ Цереры и Паллады. Такимъ образомъ, постоянно наблюдая небо вблизи точекъ, гдѣ эта прямая пересѣкается съ небесной сферой, можно было разсчитывать на открытіе и другихъ осколковъ. Гипотезу Ольберса въ настоящее время можно считать невѣрной, тѣмъ не менѣе провѣрка ея повела къ открытію огромной группы малыхъ планетъ сол-

нечной системы, такъ называемыхъ *астероидовъ*. Гардингъ въ Лиліенталѣ находитъ въ 1804 г. *Юнону*, а въ 1807 самъ Ольберсъ *Весту*. Дальнѣйшія поиски Ольберса не привели ни къ какимъ результатамъ.

Съ открытія Весты прошло 40 лѣтъ безъ открытій. Въ 1845 г. почтовый чиновникъ Генке, страстный любитель неба, открылъ пятую планету, *Астрею*, и тѣмъ положилъ начало безпрерывному ряду открытій, продолжающемуся вплоть до нашихъ дней. Въ первые 7 лѣтъ послѣ открытія Астреи разными наблюдателями было найдено всего 10 планетъ, но съ 1852 г. число планетныхъ открытій начинаетъ сильно возрастать. Много труда и времени было потрачено искуснѣйшими наблюдателями, благодаря которымъ успѣхи поисковъ превзошли всякія ожиданія. Визуальныя открытія планетъ дѣлались кропотливымъ и тщательнымъ сравненіемъ неба съ берлинскими академическими и иными звѣздными картами. Яркость открываемыхъ планетъ заключалась въ предѣлахъ отъ 8 до 12 вел. Особенно много было открыто Петерсомъ въ Клинтонѣ (около 50 планетъ) и Пализой въ Вѣнѣ (свыше 80).

Въ 1886 г. извѣстный астрографъ Робертсъ получилъ первую фотографію малой планеты, именно Сафо, 11 вел., которая, вслѣдствіе своего движенія между звѣздами оставила на фотографической пластинкѣ продолговатый слѣдъ. Съ этихъ поръ въ дѣло открытія новыхъ астероидовъ вступаетъ фотографія, и число малыхъ планетъ начинаетъ возрастать съ большой быстротой. Въ 1890 г. проф. М. Вольфъ въ Гейдельбергѣ послѣ многочисленныхъ опытовъ пришелъ къ заключенію, что примѣненіе короткофокусныхъ свѣтосильныхъ объективовъ, охватывающихъ сразу возможно большія площади неба, особенно пригодно для поисковъ малыхъ планетъ. Въ декабрѣ 1891 г. онъ находитъ планету *Бруцiа* (323-ю по порядковому счету уже ранѣе открытыхъ астероидовъ)—первую съ помощью фотографіи, и съ тѣхъ поръ онъ примѣняетъ ее къ отыскиванію и открыванію малыхъ планетъ. Находящимися въ Гейдельбергѣ двумя свѣтосильными короткофокусными астрографами въ 6 и 16 дюймовъ діаметромъ открыто до сихъ поръ Вольфомъ и его сотрудниками свыше 150 малыхъ планетъ. Почти одновременно съ Вольфомъ сталъ примѣнять фотографію къ поискамъ астероидовъ Шарлуа въ Ниццѣ. Фотографіей имъ найдено до 80 планетъ, а принимая во вниманіе еще около 25 планетъ, найденныхъ имъ ранѣе визуальнымъ путемъ, получимъ общую цифру свыше 100 открытыхъ Шарлуа астероидовъ. Въ настоящее время, кромѣ Вольфа, фотографическимъ наблюденіемъ ихъ занимаются Меткальфъ и Ловелль въ Сѣверной Америкѣ.

Съ увеличеніемъ числа астероидовъ оказалось весьма непрактичнымъ давать каждому изъ нихъ новое отдѣльное имя. Поэтому американскій астрономъ Гульдъ и Р. Вольфъ (изъ Цюриха) предложили пользоваться для обозначенія астероидовъ кружочками съ помѣщенными внутри нумерами, показывающими хронологическій порядокъ открытія данной планеты. Это предложеніе оказалось весьма практичнымъ, и въ скоромъ времени такой способъ обозначенія вошелъ во всеобщее употребленіе. Сначала онъ былъ примѣненъ только къ Астреѣ и ко всѣмъ послѣдующимъ астероидамъ, а впослѣдствіи былъ распространенъ и на первые четыре астероида (Цереру, Палладу, Юнону и Весту), для которыхъ, конечно, были сохранены первые четыре нумера: ①, ②, ③, ④. Сообразно съ этимъ, для Астреи, Гебы, Ириды, Флоры и другихъ позже открытыхъ астероидовъ были приняты обозначенія: ⑤, ⑥, ⑦, ⑧ и т. д.

Особенный интересъ возбудилъ открытый въ 1898 г. Виттомъ въ Берлинѣ уже не разъ упомянутый нами астероидъ *Эросъ* (433), благодаря замѣчательнымъ свойствамъ своей орбиты. Эросъ, можно сказать, не принадлежитъ къ рою малыхъ планетъ, имѣя среднее разстояніе отъ Солнца 1,45, и только благодаря значительному эксцентриситету половина ея орбиты расположена между орбитами Юпитера и Марса; другая же половина заходитъ *внутрь* орбиты Марса (см. рис. 210). Кромѣ того, вслѣдствіе близости перигелія къ эклиптикѣ, разстояніе планеты до Земли въ самыхъ благопріятныхъ оппозиціяхъ можетъ уменьшаться до половины разстоянія Земли отъ Венеры. Такимъ образомъ капитальная задача всей астрономіи — наиточнѣйшее опредѣленіе солнечнаго параллакса, съ открытіемъ Эроса, вступила на путь своего окончательнаго рѣшенія.

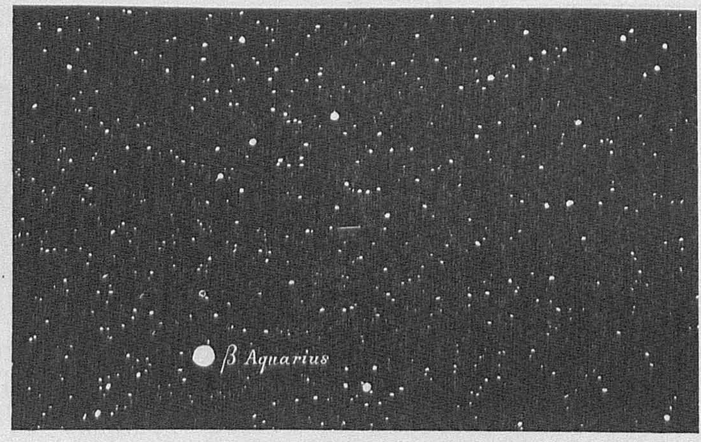


Рис. 209. Открытіе Виттомъ съ помощью фотографіи новой малой планеты, Эроса. Черточка въ серединѣ рисунка слѣдъ пути планеты на пластинкѣ.

Въ самые послѣдніе годы (начиная съ 1906 и 1907 гг.) открыли цѣлую группу малыхъ планетъ, орбиты которыхъ заходятъ далеко за предѣлы орбиты Юпитера. Такое удивительное и неожиданное открытіе расширило первоначальныя представленія о солнечномъ планетномъ мірѣ и тѣмъ самымъ положило начало новой эпохѣ въ исторіи малыхъ планетъ.

Каковы число и общая масса астероидовъ? Что касается числа ихъ, то можно смѣло утверждать, что оно громадно. Если планеты до 12-й вел. въ настоящее время почти всѣ извѣстны, то планетъ слабыхъ — 13-й, 14-й и т. д. вел. еще непочатый уголъ. Число ихъ, конечно, будетъ возрастать съ увеличеніемъ силы астрономическихъ инструментовъ, употребляемыхъ для поисковъ этихъ очень малыхъ планетокъ.

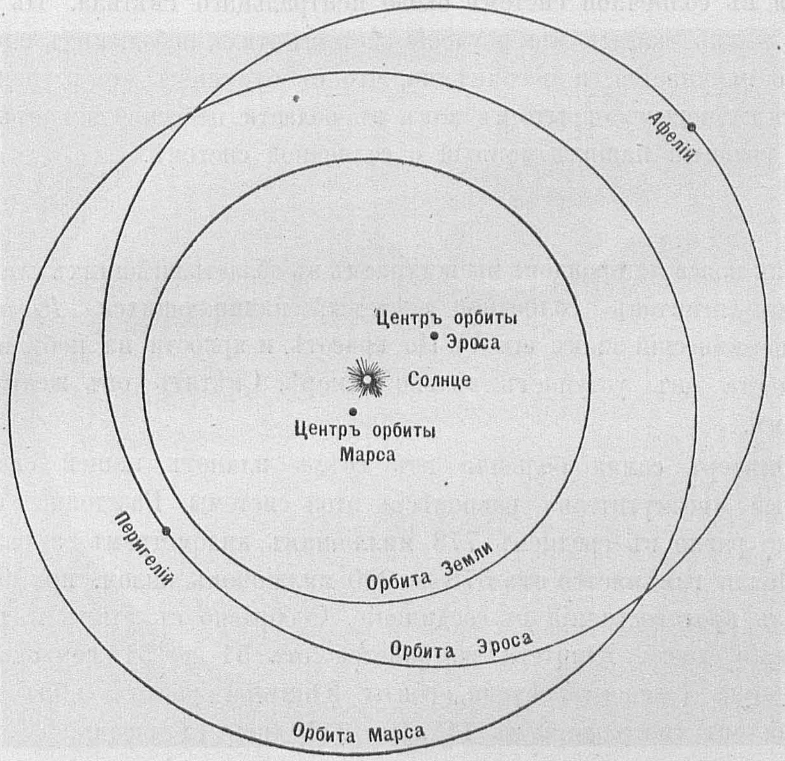


Рис. 210. Орбиты Земли, Марса и Эроса.

Такъ какъ размѣры малыхъ планетъ очень незначительны, то даже въ самыя сильныя трубы онѣ представляются въ видѣ свѣтлыхъ точекъ, подобно слабымъ звѣздамъ, и узнаются среди нихъ по движенію. Относительно размѣровъ ихъ можно судить только по яркости, а потому лишь приблизительно.

Самыя крупные изъ астероидовъ Веста ④ и Церера ① имѣютъ въ поперечникѣ 835 и 772 километра. А сумму ихъ объемовъ считаютъ равной приблизительно половинѣ общаго объема всѣхъ астероидовъ вмѣстѣ взятыхъ. Принимая среднюю плотность малыхъ планетъ равной плотности Земли, опредѣляютъ, что объемъ и масса всего роя астероидовъ равна $\frac{1}{900}$ объема и массы Земли.

Такъ открытіе незначительной планетки Цереры въ первый день XIX-го вѣка повело сначала къ тому, что начали говорить о *роѣ* астероидовъ, такъ какъ открыто ихъ уже свыше 700. Теперь же говорятъ уже о *кольцѣ*, или даже о *системѣ колецъ* малыхъ планетокъ, носящихся въ солнечной системѣ около центральнаго свѣтила. Въ заключеніе можно сказать, что изученіе системы этихъ небольшихъ планетокъ только начинается, и несомнѣнно, что въ будущемъ это изученіе приведетъ къ новымъ окрытіямъ какъ въ области небесной механики, такъ и въ развитіи нашихъ понятій о солнечной системѣ.

Изъ пояса астероидовъ мы вступаемъ въ область внѣшнихъ планетъ,— планетъ-гигантовъ солнечной системы, начинающихся *Юпитеромъ* (астрономическій знакъ его ♃). По красотѣ и яркости на небѣ во время видимости онъ уступаетъ только Венерѣ. Свѣтитъ онъ желтоватымъ свѣтомъ.

Юпитеръ самая большая изъ всѣхъ планетъ нашей системы и главный «возмутитель» равновѣсія этой системы. Разстояніе его отъ Солнца равно въ среднемъ 773 милліонамъ километрамъ, а разстояніе отъ Земли измѣняется отъ 578 до 960 милліоновъ килом. при переходѣ его изъ противостоянія въ соединеніе. Сообразно съ этимъ и діаметръ видимаго диска Юпитера измѣняется отъ 51 до 31 секунды дуги. Свой путь (эксцентриситетъ орбиты Юпитера равенъ 0,05) вокругъ Солнца онъ совершаетъ въ 11 лѣтъ 317 дней 14 часовъ.

По видимому діаметру диска планеты и по разстоянію отъ Земли можно вычислить истинные ея размѣры. Діаметръ Юпитера равенъ 143 760 километрамъ и, слѣдовательно, онъ въ 11 разъ больше діаметра Земли. Поверхность Юпитера въ 121, а его объемъ въ 1330 разъ больше поверхности и объема Земли. Слѣдовательно, изъ этой планеты можно было бы сдѣлать 1330 такихъ шаровъ, какъ наша Земля. Сравнительные размѣры Юпитера и Земли представлены на рис. 169. Изъ Солнца можно было бы сдѣлать 962 такихъ шаровъ, какъ Юпитеръ. Масса Юпитера въ 308 разъ больше Земли. Это значитъ, что, если бы мы на одну чашку вѣсовъ положили шаръ, по величинѣ равный Юпитеру, а на другую 308 такихъ шаровъ, какъ наша Земля, то вѣсы находились бы въ равновѣсіи. Зная объемъ и массу Юпитера, мы находимъ, что средняя плотность его въ четыре раза меньше средней плотности Земли, т. е. равна плотности янтаря. По своей огромной массѣ, которая приблизительно въ три раза превосходитъ сумму массъ всѣхъ остальныхъ планетъ, Юпитеръ является вторымъ главнымъ тѣломъ нашей солнечной системы.

У полюсовъ Юпитеръ замѣтно сплющенъ, такъ что полярный его поперечникъ короче экваторіальнаго на шестнадцатую или семнадцатую часть. Эта сплющенность планеты тотчасъ замѣтна глазу, вооруженному телескопомъ. Зависитъ она, повидимому, отъ быстраго вращенія Юпитера около своей оси. И дѣйствительно, суточный оборотъ исполинскаго шара совершается всего въ 9 час. 50½ минутъ, такъ что каждая точка его экватора пробѣгаетъ 12,6 километра въ секунду, т. е. въ 28 разъ больше, чѣмъ пробѣгаетъ въ секунду точка земного экватора. Здѣсь же отмѣтимъ и то замѣчательное обстоятельство, что не всѣ части поверхности Юпитера вращаются *около оси съ одинаковой скоростью*. Указанное выше время вращенія относится къ узкой экваторіальной полосѣ. Остальныя же части поверхности вращаются нѣсколько медленнѣе,— приблизительно въ 9 час. 55 минутъ. Впрочемъ, точное время вращенія разныхъ поясовъ Юпитера съ достаточной полнотой еще не выяснено.

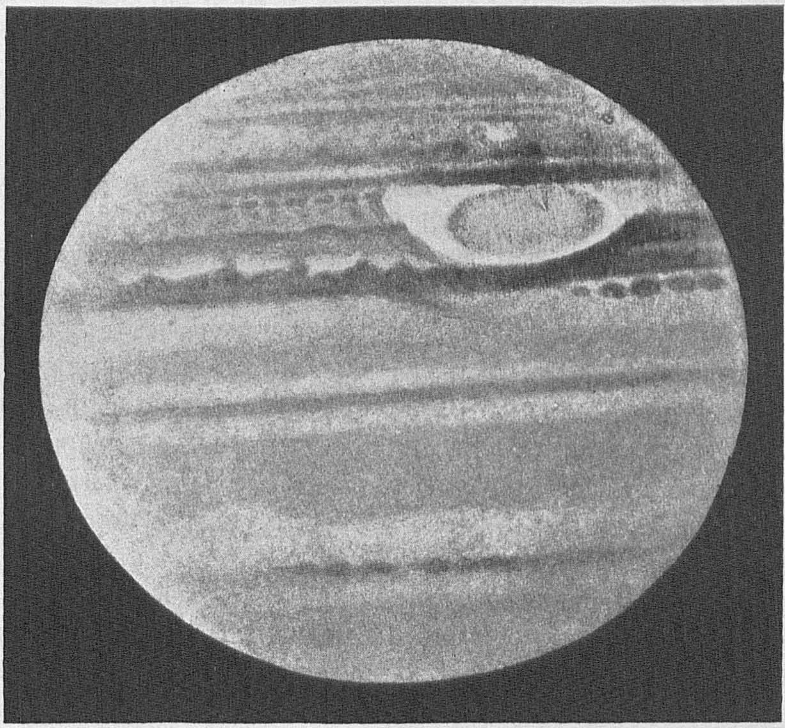


Рис. 211. Юпитеръ по наблюденіямъ Жозе Сола въ Барселонѣ 1904 г.

Всѣ наблюденія надъ Юпитеромъ приводятъ къ заключенію, что поверхность его находится въ расплавленномъ состояніи, а надъ этой поверхностью находится высокая, плотная атмосфера. Ряды бурыхъ клочковатыхъ полосъ облачнаго строенія тянутся по кругу планеты. Множество отдѣльныхъ пятенъ, то черныхъ, то свѣтлыхъ, появляется и исчезаетъ въ различное время на различныхъ высотахъ надъ ея поверхностью. Очевидно, въ атмосферѣ планеты имѣютъ мѣсто самыя разнообразныя и бурныя теченія.

Въ 1869 году на южной поверхности Юпитера было замѣчено еле замѣтное красное пятно; то же пятно наблюдалъ лордъ Россъ въ 1872 г.; наконецъ, въ 1878 году красное пятно сдѣлалось настолько замѣтнымъ, что привлекло вниманіе многихъ наблюдателей, и началось его изученіе. По размѣрамъ это пятно занимало 10 милліоновъ квадратныхъ миль, т. е. гораздо болѣе поверхности всей Земли. Окрашенное весьма замѣтно въ красный цвѣтъ, оно постепенно тускнѣло, совсѣмъ было исчезло на нѣкоторое время, а затѣмъ показалось опять. По изслѣдованіямъ проф. Бредихина, время вращенія пятна постоянно возрастало, росли и размѣры его. Въ теченіе 6 лѣтъ пятно перемѣщалось по поверхности планеты, затѣмъ остановилось въ 1886 году. Пятно, какъ это доказано, находится въ самыхъ нижнихъ слояхъ атмосферы Юпитера вѣроятнѣе всего—на его поверхности, и вокругъ пятна замѣтна усиленная дѣятельность; иногда оно застилается облаками. Есть основанія думать, что это огромныхъ размѣровъ *твердая* пленка, скользящая по жидкой поверхности планеты. Если это такъ, то, быть можетъ, мы наблюдаемъ эпоху перехода Юпитера отъ жидкаго состоянія къ твердому,—видимъ, какъ образуется огромный материкъ...

По сравненію съ яркостью другихъ планетъ, свѣтъ Юпитера настолько великъ, что существуетъ предположеніе, что онъ сохранилъ еще собственные свѣтовые лучи, которые и посылаетъ намъ вмѣстѣ съ отраженнымъ свѣтомъ Солнца. Но такому предположенію противорѣчитъ то, что его спутники исчезаютъ, какъ только вступаютъ въ тѣнь планеты. Вообще, физическое состояніе этой огромной планеты во многомъ отличается отъ состоянія разсмотрѣнныхъ выше планетъ. Спектральный анализъ указываетъ, напримѣръ, что въ атмосферѣ Юпитера или заключается особое вещество, не входящее въ составъ нашей атмосферы, или же газы, составляющіе эту атмосферу, иначе распредѣлены. Здѣсь наука стоитъ передъ нерѣшенной еще загадкой. Во всякомъ случаѣ все доказываетъ, что по своему физическому состоянію Юпитеръ ближе къ Солнцу, чѣмъ къ Землѣ. Это, можно сказать, небольшое недавно охладившееся Солнце.

Почетной извѣстностью пользуются въ исторіи астрономіи спутники

Юпитера. Открытіе четырехъ изъ нихъ совпадаетъ со введеніемъ въ астрономическій обиходъ зрительной трубы и связано съ именемъ Галилея. Вотъ что писалъ этотъ великій человѣкъ къ первому государственному секретарю великаго герцога Тосканскаго 30 января 1610 года:

«Я пріѣхалъ въ Венецію для того, чтобы напечатать содержаніе нѣкоторыхъ наблюденій, сдѣланыхъ мною на небѣ, при помощи моей зрительной трубы. Я совершенно внѣ себя отъ удивленія, и безконечно благодарю Бога, которому угодно было допустить меня къ открытію столь великихъ и неизвѣстныхъ прошедшимъ вѣкамъ чудесъ. Что Луна естъ тѣло, (по формѣ) подобное Землѣ, въ этомъ я уже былъ убѣжденъ, и объ этомъ частью уже соообщилъ нашему свѣтлѣйшему герцогу. Это, однако, было мною дознано очень несовершеннымъ образомъ, потому что я еще не обладалъ такою чудесною зрительною трубою, какъ теперь. При ея помощи я открылъ еще множество никогда не виданныхъ неподвижныхъ звѣздъ; число ихъ превышаетъ численность звѣздъ, видимыхъ простымъ глазомъ, болѣе чѣмъ вдесятеро: теперь я также знаю, что такое Млечный Путь, о которомъ философы всѣхъ временъ спорили. Но что превосходитъ всякіе предѣлы моего удивленія, это тѣ четыре новыя планеты, существованіе и движеніе которыхъ я открылъ. Эти планеты движутся вокругъ другой очень большой звѣзды совершенно такъ, какъ движутся Венера, Меркурій и др. извѣстныя планеты вокругъ Солнца».

Въ позднѣйшее время наблюденіе затменій спутниковъ Юпитера привело Ремера къ нахожденію скорости распространенія свѣта. Въ настоящее время насчитываются восемь лунъ Юпитера. Если не у всѣхъ, то у нѣкоторыхъ изъ этихъ лунъ предполагаютъ существованіе атмосферы и собственнаго быстраго вращательнаго движенія около оси.

Мы приступаемъ теперь къ знакомству съ замѣчательнѣйшей по внѣшнему виду планетой солнечной системы, *Сатурномъ*. Среднее разстояніе его отъ Солнца, выраженное въ доляхъ радіуса земной орбиты, равно 9,54, т. е. равняется приблизительно 1 420 милліонамъ километровъ. Вслѣдствіе эксцентриситета орбиты ($e = \frac{1}{18}$) планеты разстояніе это колеблется въ предѣлахъ 1 340 милліоновъ километровъ для перигелія и до 1 500 милл. кил. въ афеліи. Разстояніе отъ Земли колеблется въ еще болѣе значительныхъ предѣлахъ — отъ 1 200 мил. килом. до 1 650 мил. кил. Полное обращеніе вокругъ Солнца Сатурнъ совершаетъ въ 29 лѣтъ 166 дней 5 час. и $16^1/_2$ м.

Въ періоды видимости Сатурнъ можно узнать по матово-бѣлому свѣту, и если кто разъ замѣтилъ его, то онъ и въ другой разъ безъ труда отыщетъ эту планету, такъ какъ она весьма медленно измѣняетъ свое положеніе среди неподвижныхъ звѣздъ и въ теченіе $2^1/_2$ лѣтъ остается въ одномъ и томъ же знакѣ задіака. Въ среднемъ Сатурнъ пробѣгаетъ по своей орбитѣ 9,6 километровъ въ секунду; слѣдовательно, онъ движется въ 5 разъ медленнѣе Меркурія и въ 3 слишкомъ раза медленнѣе Земли. Такъ медленно и незамѣтно, какъ самое время, совершаетъ движеніе около Солнца по своему пути эта планета, носящая имя древняго бога времени, отъ котораго, между прочимъ, заимствованъ ея знакъ (♄), имѣющій видъ косы, или серпа. Когда Сатурнъ находится въ наибольшемъ удаленіи отъ Солнца, діаметръ этого послѣдняго представляется съ планеты подъ угломъ въ 3°,3′, что въ 9,5 разъ меньше угла, подъ которымъ усматривается діаметръ Солнца съ Земли. Такимъ образомъ поверхность Солнца съ Сатурна представляется въ 90 разъ меньше, чѣмъ съ Земли (см. выше рис. 177). Поэтому и освѣщеніе, получаемое Сатурномъ отъ Солнца, въ 90 разъ слабѣе нашего дневного свѣта, такъ что полдень на этой планетѣ можно сравнить только съ нашими сумерками, непосредственно предшествующими наступленію темной ночи.

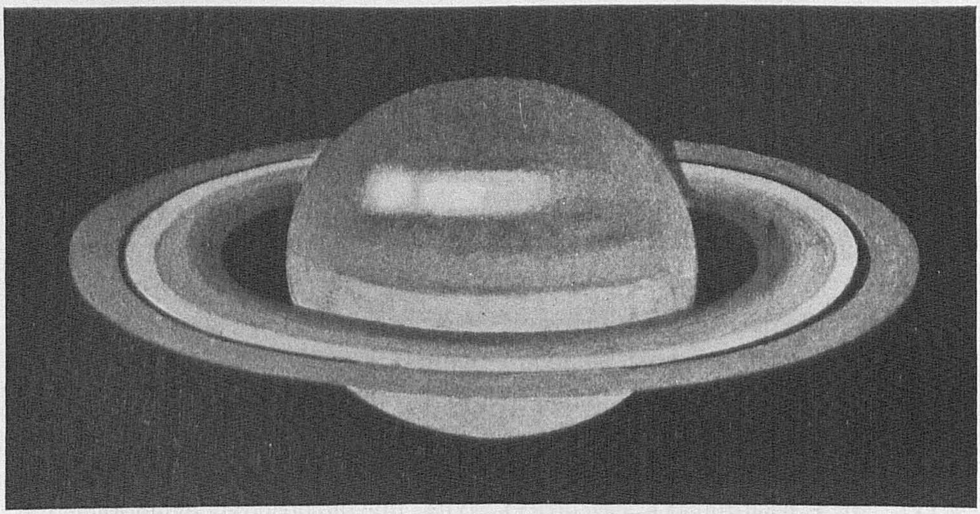


Рис. 212. Сатурнъ по наблюденіямъ Жозе Сола въ Барселонѣ 1904 г.

Истинный діаметръ Сатурна составляетъ 123 700 километровъ, и слѣдовательно онъ немного меньше діаметра Юпитера и приблизительно въ 10 разъ больше діаметра Земли. Въ наименьшемъ разстояніи Сатурна отъ Земли діаметръ его видимаго диска усматривается съ этой послѣдней подъ угломъ въ 21″, въ наибольшемъ—подъ угломъ въ 15″. Поверхность Сатурна въ 88 разъ, а объемъ въ 823 раза больше поверхности и объема Земли, такъ что изъ Сатурна можно было бы сдѣлать 823 такихъ шаровъ, какъ наша Земля. Масса Сатурна въ 3 502 раза меньше массы Солнца и въ 92 раза больше массы Земли. Отсюда вытекаетъ, что средняя плотность того вещества, изъ котораго состоитъ Сатурнъ, чрезвычайно мала: она составляетъ приблизительно только одну десятую часть средней плотности Земли. Вообще Сатурнъ изъ всѣхъ планетъ обладаетъ наименьшею плотностью: его плотность приблизительно только въ 2 раза болѣе плотности пробки.

Если о Юпитерѣ говорятъ, что это недавно охладившееся Солнце, то еще съ большимъ основаніемъ то же можно приложить къ Сатурну. Наблюденія доказываютъ, что поверхность его не представляетъ ничего устойчиваго. Дискъ его покрытъ рядомъ параллельныхъ экватору планеты свѣтлыхъ и темныхъ полосъ,—по всей вѣроятности облаковъ въ плотной атмосферѣ, скрывающихъ отъ насъ дѣйствительную поверхность Сатурна. Параллельное экватору расположеніе облаковъ зависитъ, какъ и на Юпитерѣ, отъ быстроты вращенія Сатурна около оси.

Фотографическіе снимки планеты, сдѣланные въ 1909 году въ обсерваторіи Ловелля въ Америкѣ, обнаружили относительно экваторіальной области Сатурна замѣчательный фактъ: какъ бы слабо ни получалось изображеніе всей планеты,—всегда отчетливо выступала экваторіальная *свѣтлая* полоса. Отсюда самъ собой напрашивается выводъ, что эта область Сатурна по своей природѣ отлична отъ сосѣднихъ ея областей.

Кромѣ полосъ на планетѣ наблюдаются иногда и пятна, дающія возможность судить о вращеніи Сатурна вокругъ оси. Это вращеніе принимали равнымъ 10 часамъ $14^1/_2$ мин. Однако, потомъ оказалось что экваторіальная область движется нѣсколько быстрѣе, именно въ 10 ч. 13 м.,—и здѣсь опять-таки видно сходство этой планеты съ Юпитеромъ и Солнцемъ, у которыхъ, какъ мы видѣли, также наблюдается неравномѣрное вращеніе вокругъ оси, а различные пояса ихъ движутся съ различными скоростями.

Любопытныя бѣлыя пятна на Сатурнѣ наблюдались въ іюлѣ 1903 года въ сѣверномъ полушаріи планеты; они были очень отчетливы и давали надежду еще разъ провѣрить обращеніе Сатурна вокругъ оси, при чемъ, однако, къ удивленію наблюдателей, оказалось, что пятна эти обращаются въ 10 час. 38 м., т. е. почти на 25 минутъ медленнѣе приведенныхъ выше чиселъ. Разногласіе находитъ объясненіе въ томъ обстоятельствѣ, что наблюдаемыя на дискѣ пятна могутъ находится не на его поверхности, а на различныхъ высотахъ въ атмосферѣ и имѣютъ различныя собственныя движенія помимо общаго обращенія вокругъ оси планеты.

При наблюденiи Сатурна въ телескопъ его среднiя свѣтлыя полосы имѣютъ желтоватую или даже красноватую окраску, полосы же, удаленныя къ полюсамъ, кажутся зеленоватыми; самыя же полярныя области отличаются большой бѣлизной съ голубоватымъ оттѣнкомъ, при чемъ поочередно одинъ полюсъ бываетъ свѣтлымъ, а другой темнымъ, и свѣтлый полюсъ бываетъ рѣзко ограниченъ отъ сосѣднихъ областей, подобно снѣжному пятну на Марсѣ. Въ ноябрѣ 1910 года это обстоятельство еще разъ отмѣтилъ астрономъ Антонiади въ Медонской обсерваторiи. Его, однако, описалъ впервые еще Гершель, полагавшiй, что полюсъ, выходящей изъ 15-лѣтней полярной ночи (обращенiе Сатурна вокругъ Солнца совершается почти въ 30 лѣтъ), кажется свѣтлѣе другого, имѣвшаго столь же продолжительное лѣто. Въ настоящее время проф. Аррениусъ думаетъ, что эта болѣе свѣтлая окраска полюсовъ послѣ полярной ночи не можетъ происходить отъ ледяныхъ и снѣжныхъ массъ, но слѣдуетъ предположить, что образованiе облаковъ бываетъ сильнѣе въ области, выходящей изъ ночного мрака, чѣмъ въ частяхъ, освѣщенныхъ въ теченiе продолжительнаго времени.

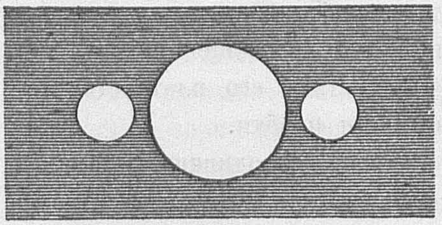


Рис. 213. Первый рисунокъ Сатурна, сдѣланный Галилеемъ въ 1610 году.

Самой замѣчательной особенностью Сатурна, дѣлающей его оригинальнѣйшимъ объектомъ въ солнечномъ царствѣ, является его знаменитое *кольцо*. Исторiя открытiя этого кольца связана опять-таки съ именемъ Галилея. Въ своемъ письмѣ изъ Падуи къ первому секретарю тосканскаго герцога онъ пишетъ 30 iюля 1610 года:

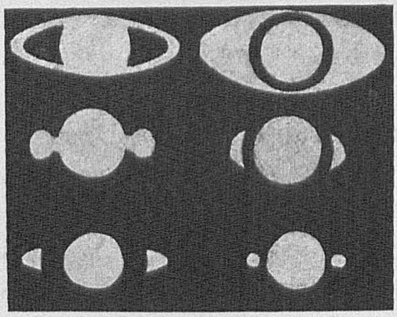


Рис. 214. Изображенiе Сатурна въ различныхъ старинныхъ сочиненiяхъ.

«15-го числа я снова сталъ наблюдать за Юпитеромъ и его четырьмя лунами. Въ то же время я открылъ совершенно необычайное чудо, которое теперь, пока не опубликую печатно, желаю открыть только нашему свѣтлѣйшему герцогу и вамъ, дабы, если это откроетъ еще кто-либо, честь перваго открытiя не могла послужить предметомъ спора. Я нашелъ, что Сатурнъ состоитъ изъ трехъ шаровъ, почти соприкасающихся, никогда не утрачивающихъ относительнаго своего положенiя и стоящихъ рядомъ вдоль зодiакальнаго круга въ такомъ положенiи: oOo; такъ что среднiй втрое больше крайнихъ» (см. рис. 213).

Несовершенство трубы ввело Галилея въ заблужденіе относительно истинной формы Сатурна, а когда, спустя нѣкоторое время, оба боковые «шары-придатки» исчезли, Галилей думалъ, что его первыя наблюденія были иллюзіей зрѣнія.

Наблюдатели послѣ Галилея также ошибались относительно истинной формы Сатурна (см. рис. 214), пока, наконецъ, Гюйгенсъ въ 1659 г. не далъ описанія кольца планеты.

Причудливыя измѣненія вида Сатурна, наблюдавшіяся прежними астрономами при помощи несовершенныхъ телескоповъ, происходили отъ перспективнаго измѣненія вида кольца при различныхъ положеніяхъ Сатурна по отношенію къ Землѣ. Изъ прилагаемаго рисунка 215 можно видѣть, что, наприм., въ 1869 г. кольцо казалось съ Земли наиболѣе раскрытымъ въ одну сторону; такое же положеніе было и въ 1885 г.,— но только въ другую сторону. Зато въ 1878 г. кольцо стояло ребромъ къ Землѣ и не могло быть видимо. Поэтому Галилей сначала видѣлъ его, хотя и не разсмотрѣлъ, какъ слѣдуетъ, принявши все за тройчатку, а черезъ нѣкоторое время увидѣлъ только одинъ дискъ, такъ какъ это было какъ разъ тогда, когда кольцо стояло къ Землѣ ребромъ. Въ промежуточные годы кольцо представляется раскрытымъ только отчасти.

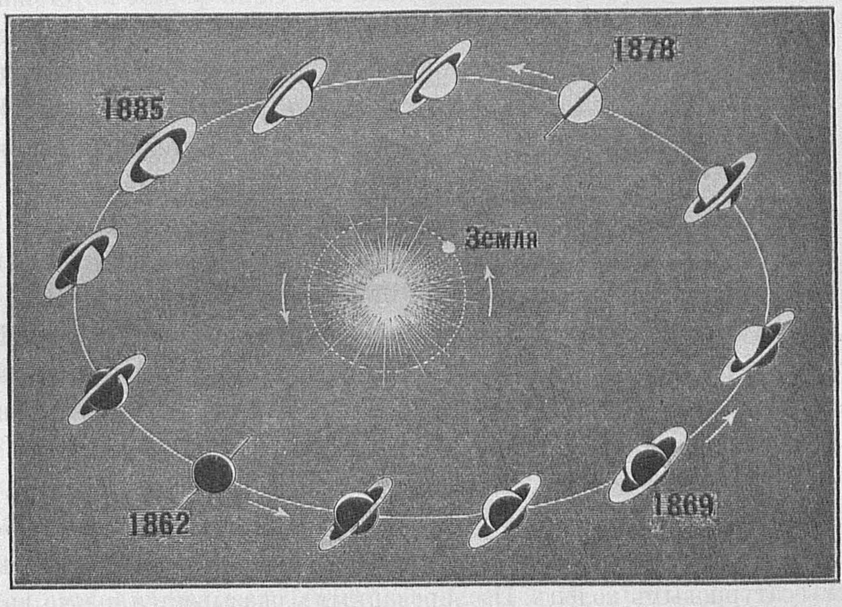


Рис. 215. Различныя фазы кольца Сатурна, какъ онѣ представляются съ Земли при обращеніи Сатурна и Земли около Солнца.

Хотя кольцо Сатурна открыто еще три столѣтія тому назадъ, но лишь недавно стало извѣстно, что въ сущности это не одно кольцо, а цѣлая система, состоящая изъ трехъ колецъ, отдѣленныхъ темными промежутками; внутреннее кольцо—(«темное») имѣетъ слабое голубоватое сіяніе. Спектроскопическія наблюденія колецъ обнаружили вращательное движеніе ихъ вокругъ планеты и показали, что наружное кольцо движется медленнѣе внутренняго (если бы они были неразрывно связаны между собою, должно было бы наблюдаться обратное). Это обстоятельство, въ связи съ другими наблюденіями, навело астрономовъ на мысль, что кольца состоятъ изъ большого количества мелкихъ тѣлецъ—метеоритовъ, или, точнѣе,—астероидовъ. Математическія вычисленія подтвердили это, показавши, что кольцо не можетъ быть сплошнымъ—жидкимъ или твердымъ, такъ какъ обѣ такія формы неустойчивы.

Нѣкоторые изъ астрономовъ полагаютъ даже, что разстояніе колецъ отъ поверхности Сатурна постепенно уменьшается, что настанетъ день, когда кольцо разорвется и обрушится на поверхность Сатурна. Если приближеніе кольца будетъ совершаться съ той же постепенностью, какъ теперь, то катастрофа произойдетъ около 2150 года нашей эры. Но такое предположеніе нуждается въ основательной провѣркѣ.

Когда кольцо Сатурна обращено къ намъ ребромъ, то въ слабые телескопы оно вовсе не видно. Въ 1907 году какъ разъ Сатурнъ находился въ такомъ положеніи, при чемъ американскій астрономъ Барнардъ въ огромный 40-дюймовый рефракторъ Іеркской обсерваторіи видѣлъ кольцо все время. Оно казалось очень тонкимъ, слабымъ и не одинаковой яркости въ разныхъ мѣстахъ. Ловелль замѣтилъ, что толщина колецъ не одинакова въ разныхъ разстояніяхъ отъ планеты. На основаніи этихъ наблюденій составленъ прилагаемый рисунокъ 216-ый, представляющій собою воображаемый поперечный разрѣзъ одного края системы сатурновыхъ колецъ. Изолированнымъ оказывается только внѣшнее кольцо. Среднія же кольца, какъ предполагаютъ, представляютъ собою одно цѣлое, но не одинаковой толщины въ разныхъ частяхъ. И то, что раньше принимали за щели между кольцами, на самомъ дѣлѣ оказывается тѣнью, отбрасываемой болѣе высокими или, пожалуй, болѣе «толстыми» частями кольца.

Въ 1907 г. вокругъ кольца Сатурна замѣченъ свѣтлый ободокъ «туманности», относительно которой высказываютъ предположеніе, что это опять-таки разрѣженный рой астероидовъ, окружающихъ со всѣхъ сторонъ дѣйствительное кольцо. Намъ видна только внѣшняя часть этого роя или потому, что она или болѣе освѣщена свѣтомъ настоящаго кольца, или потому, что астероиды здѣсь наиболѣе скучены. Но это явленіе нуждается опять таки въ дальнѣйшихъ изслѣдованіяхъ.

Кромѣ кольца у Сатурна открыто еще десять спутниковъ. Первый изъ нихъ (Титанъ) открытъ еще Гюйгенсомъ, а два послѣднихъ Пиккерингомъ въ 1898 и 1904 году. Девятый спутникъ (Феба) самый отдаленный, — онъ находится отъ планеты на разстояніи 214 ея радіусовъ, тогда какъ ближайшій удаленъ всего на 3 радіуса, а кольцо на $1^1/_2$—2 радіуса.

Такимъ образомъ мы видимъ, что Сатурнъ со своими кольцами, спутниками и астероидами представляетъ величественную систему въ еще болѣе величественной системѣ Солнца. Это до нѣкоторой степени солнечная система въ миніатюрѣ.

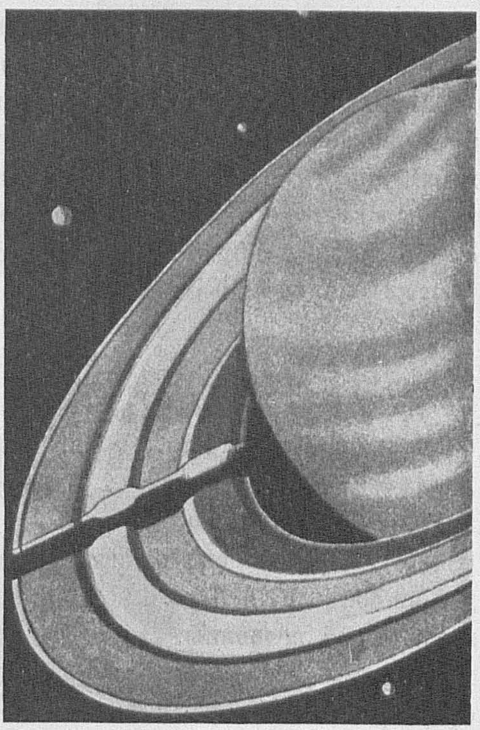


Рис. 216. Воображаемый поперечный разрѣзъ кольца Сатурна согласно новѣйшимъ наблюденіямъ.

Счастье, часто сопутствующее генію, помогло В. Гершелю открыть *Уранъ*. Прозорливость геніальнаго математика, убѣжденнаго въ непреложности мірового закона тяготѣнія, помогла Леверье вызвать изъ мрака пространства и показать изумленному человѣчеству *Нептуна*. Эти открытія новѣйшей астрономіи сразу на огромное разстояніе раздвинули предѣлы солнечной системы. За то отдаленность названныхъ планетъ ставитъ пока неодолимыя препятствія для болѣе подробнаго знакомства съ ними.

Уранъ, слѣдующая за Сатурномъ планета, отстоитъ отъ Солнца въ среднемъ на 19,18 радіусовъ земной орбиты, т. е. на 2 850 милліоновъ километровъ; и совершаетъ свой годовой оборотъ вокругъ центральнаго свѣтила въ 84 года 7 дней 9 час. 22 мин. Поперечникъ его равенъ приблизительно 59 200 километрамъ. Слѣдовательно, по объему онъ въ 92 раза болѣе Земли, по массѣ же только въ 15 разъ, но все же онъ плотнѣе Сатурна. Несмотря на свои значительные размѣры, Уранъ въ телескопы кажется небольшимъ, тусклымъ и немного сплющеннымъ дискомъ. Эта сплющенность указываетъ на быстрое вращеніе планеты *около оси*, но времени этого вращенія опредѣлить еще не удалось. Только путемъ теоретическихъ разсужденій можно судить, что время это не должно быть меньше $7^1/_4$ и больше $12^1/_2$ часовъ. Спектральныя изслѣдованія и наблюденія надъ яркостью планеты позволяютъ думать, что Уранъ окруженъ плотной, отличной отъ земной, атмосферой и что кромѣ того онъ находится въ огненно-жидкомъ состоянiи, такъ что свѣтитъ отчасти и собственнымъ свѣтомъ.

Извѣстны четыре луны, обѣгающiя Уранъ, при чемъ движенiе ихъ представляетъ такiя особенности, которыя не наблюдаются у спутниковъ всѣхъ иныхъ планетъ. Въ то время, какъ спутники другихъ планетъ движутся около своихъ центральныхъ тѣлъ отъ запада къ востоку, спутники Урана имѣютъ обратное движенiе.

Астрономическiй знакъ Урана: ♅.

На разстоянiи 30,06 радiусовъ земной орбиты, т. е. 4 464 миллiоновъ километровъ вокругъ Солнца движется *Нептунъ*. Время обращенiя его равно 166 годамъ. Сила доходящаго до него солнечнаго свѣта въ 1000 разъ меньше получаемаго Землей. Если бы поверхность этой планеты отражала свѣтъ такъ же, какъ Земля, то она казалась бы звѣздой не болѣе 11 или 12-й величины. На самомъ дѣлѣ Нептунъ кажется звѣздой 8-й величины. Это ведетъ къ предположенiю, что Нептунъ находится въ расплавленно-жидкомъ состоянiи и окруженъ облачной атмосферой, что подтверждается также и его незначительной плотностью. Поперечникъ планеты около 50 тысячъ верстъ, а объемъ ея въ 80 разъ болѣе объема Земли. Но, несмотря на такiе значительные размѣры, Нептунъ въ телескопѣ представляется крошечнымъ кружочкомъ, не позволяющимъ ничего различить на своей поверхности. Сжатiя у Нептуна не обнаружено, и мы ничего не знаемъ о его вращенiи около оси. Вѣроятно, оно медленнѣе, чѣмъ вращенiе другихъ большихъ планетъ.

Пока что, мы знаемъ только одну луну Нептуна, обращающуюся вокругъ него въ 5 дней 21 часъ 4 минуты. Движенiе ея обратное, какъ и у спутниковъ Урана.

Астрономическiй знакъ Нептуна — трезубецъ: ♆.

Нептуномъ заканчивается извѣстная нынѣ граница солнечной планетной системы. Есть ли тамъ далѣе за нимъ еще планеты — мы не можемъ сказать. Что касается вопроса объ обитаемости мiровъ нашей солнечной системы, то говорить хотя бы съ нѣкоторою доказательностью о «жителяхъ» Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна не приходится. Планеты эти, можно думать, еще не вышли изъ того огненно-жидкаго состоянiя, при которомъ невозможна никакая органическая, по нашимъ понятiямъ, жизнь. Вопросъ остается открытымъ и для другихъ меньшихъ планетъ. О Марсѣ мы уже имѣли случай говорить. Что же касается Меркурiя и Венеры, то опять-таки, — что можно сказать о жизни на поверхности этихъ планетъ, если эта поверхность совершенно недоступна нашему взору. А впрочемъ... разнообразіе приложеній творческихъ силъ природы неисповѣдимо. Да и что застявляетъ насъ ограничиваться въ вопросахъ подобнаго рода только нашимъ солнечнымъ міромъ? Надъ нами блещутъ миріады иныхъ видимыхъ солнцъ, скрывающихъ миріады миріадъ невидимаго. Неужели же изъ этихъ безчисленныхъ скрытыхъ отъ нашего взора міровъ обитаема только одна Земля?

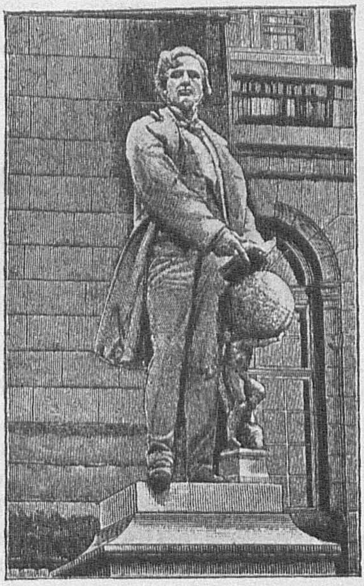


Рис. 216а. Памятникъ Леверье во дворѣ Парижской Обсерваторіи.

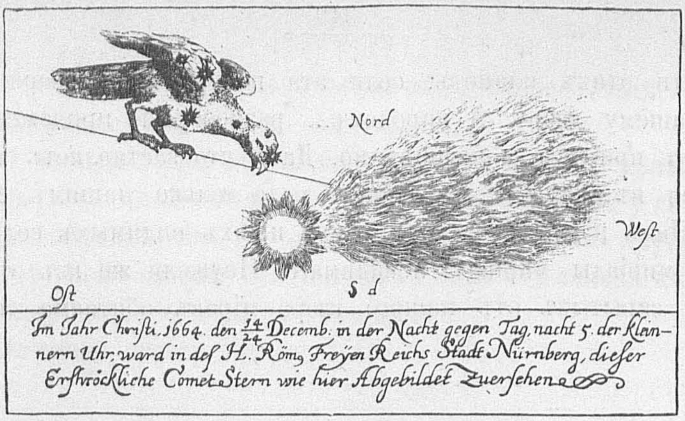

Nord
Weſt
Oſt
S d
Im Jahr Chriſti. 1664. den $\frac{14}{24}$ Decemb. in der Nacht gegen Tag, nacht 5. der kleinnern Uhr, ward in deſ H. Röm. Freÿen Reichs Stadt Nürnberg, dieſer Erſchröckliche Comet Stern wie hier Abgebildet Zuerſehen

Рис. 217. Старинное изображеніе кометы 1664 г.

Кометы и падающія звѣзды.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

Воззрѣнія древнихъ и средневѣковыхъ писателей на кометы.—Фантазіи и правильные взгляды.—Ньютонъ по поводу кометы 1680 г.—Исторія кометы Галлея.—Клеро и другіе вычислители кометныхъ орбитъ. — О движеніи кометъ въ пространствѣ.—Строеніе кометъ.—Объ отталкивательной силѣ Солнца. Изслѣдованія А. Ѳ. Бредихина и его гипотеза. Типы кометныхъ хвостовъ (косъ). — Комета Морхауза.—Общіе выводы о природѣ отталкивательной силы Солнца. — Кометы: Лекселя, Энке, Біэлы, Фая, Брорсена, Виннеке, Темпеля, Хольмса, 1680 г., Шезо, 1811 г., 1843 г., Донати, 1861 г., Коджіа, 1881 г., 1882*d*, 1910*a*.—О столкновеніи кометы съ Землей.—Падающія звѣзды.—Метеорные потоки. — Болиды. — Аэролиты.

Наука о кометахъ (кометографія) и падающихъ звѣздахъ зародилась и стала на прочныя основанія только въ самое послѣднее время. И если вообще можно утверждать, что болѣе правильный взглядъ на строеніе и составъ вселенной есть завоеваніе послѣднихъ 2—3-хъ вѣковъ, то о кометахъ и падающихъ звѣздахъ приходится сказать, что ключъ къ пониманію этихъ таинственныхъ явленій есть пріобрѣтеніе науки послѣднихъ годовъ. Какъ сравнительно недалеко еще то время, когда басни и суевѣрія, связанная съ появленіемъ кометъ, были достояніемъ не только невѣжественныхъ массъ, но и образованныхъ классовъ общества. Исторія сохранила на этотъ счетъ не мало интересныхъ свидѣтельствъ. Но та же исторія рисуетъ въ данномъ случаѣ и другую картину, — картину быстраго преуспѣянія настойчивой и упорной человѣческой мысли, какъ только послѣ шатаній и апріорныхъ гаданій она вступила на вѣрный путь наблюденія и вычисленія. Ознакомимся въ общихъ чертахъ съ этой исторіей и мы, тѣмъ болѣе, что въ лѣтописяхъ ея имя русскаго академика Бредихина занимаетъ одно изъ почетнѣйшихъ мѣстъ.

Если стать на точку зрѣнія древнихъ, что Земля неподвижна, а вокругъ нея равномѣрно вращаются нѣкоторыя сферы съ укрѣпленными на нихъ неподвижно звѣздами и планетами, то появленіе кометы несомнѣнно должно было вызывать недоумѣніе. Внезапность появленія этихъ свѣтилъ, ихъ причудливая форма, тянущійся часто на огромное разстояніе хвостъ, быстрота перемѣщенія среди неподвижныхъ звѣздъ,— все это только увеличивало недоумѣніе и приводило людей въ страхъ. А такъ какъ люди всегда охотно вмѣшивали небеса въ свои земныя дѣлишки, то, само собой разумѣется, что кометы прежде всего казались знаменіями и вѣстницами грядущихъ событій на Землѣ. Но жизнь никогда не баловала широкія народныя массы избыткомъ благополучія и довольства. Поэтому вѣстниками гнѣва Божія и всяческихъ новыхъ золъ и бѣдъ являлись кометы запуганному и темному уму. Мы уже приводили (см. стран. 129—130) образцы взглядовъ нашихъ лѣтописцевъ, которые отражали, конечно, какъ современные общераспространенные, такъ и перешедшіе къ нимъ отъ предыдущихъ поколѣній мнѣнія и взгляды. Древніе римляне, наприм., которые въ одной изъ большихъ кометъ видѣли душу Цезаря, вознесшуюся на небо, въ другой кометѣ, появившейся при Неронѣ, видѣли причину всѣхъ ужасовъ, творившихся въ правленіе этого полусумасшедшаго тирана. По словамъ историка Кассія, смерть другого римскаго владыки, Веспасіана, была предсказана также знаменіями: «На небѣ долго стояла комета, открылась могила Августа»...

Греческій историкъ Діодоръ Сицилійскій говоритъ, что комета, появившаяся въ 371 году до Р. Х., предсказала паденіе древней Спарты, а историкъ Плутархъ появленіе кометы въ 344 году до Р. Х. связываетъ съ неудачами сициліанцевъ въ войнѣ противъ коринѳянъ. Въ 400 году послѣ Р. Х. надъ Константинополемъ висѣла «въ видѣ меча» комета. Историки Санозигенъ и Сократъ увѣряли по этому поводу, что это знаменіе, предвѣщающее гибель города. Справедливость все-таки требуетъ замѣтить, что «знаменіе» пришло черезчуръ рано для человѣческой памяти. Паденіе Константинополя или, правильнѣе, взятіе его турками случилось только тысячу слишкомъ лѣтъ спустя.

Средніе вѣка не только не ослабили, но, наоборотъ, усилили предразсудки, легенды и басни древности. Предсказатели судебъ человѣка по положенію небесныхъ свѣтилъ, астрологи, отцы нынѣшнихъ астрономовъ, также способствовали распространенію суевѣрій насчетъ кометъ.

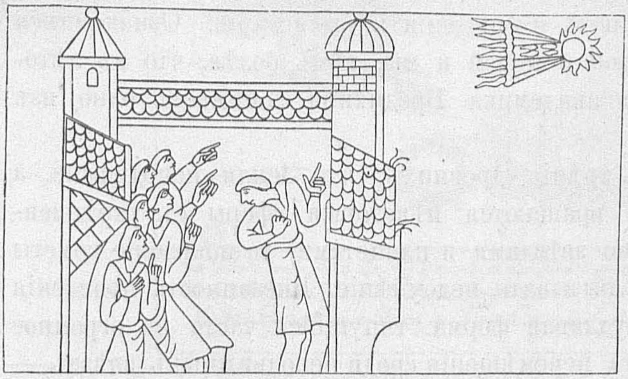


Рис. 218. Древнѣйшее изображеніе кометы Галлея (1066 г.) на сохранившемся до нашихъ дней коврѣ, вышитомъ по преданію женой Вильгельма Завоевателя, Матильдой.

Положимъ, что нерѣдко они и платились за свои предсказанія. Дѣло въ томъ, что когда начали усиливаться духовные и свѣтскіе князья, то они не замедлили наряду съ земными присвоить себѣ и знаки особеннаго небеснаго почтенія. «Знаменія» кометъ и вообще неба отнынѣ по преимуществу должны были относиться къ нимъ. Истолкователямъ этихъ знаменій, астрологамъ, приходилось въ сношеніяхъ съ этими людьми переживать тяжелыя минуты. К. Фламмаріонъ приводитъ по этому поводу изъ средневѣковыхъ хроникъ интересную исторію о томъ, какъ одинъ астрологъ, состоявшій при Людовикѣ XI, предсказалъ смерть придворной дамы, заслужившей благосклонность короля. Дама вскорѣ дѣйствительно умерла. Тогда Людовикъ приказалъ позвать астролога къ себѣ и по условленному знаку убить. Людовикъ обратился къ нему съ такими словами: «Ты такъ хорошо угадываешь судьбу другихъ—скажи мнѣ, сколько времени осталось жить тебѣ самому?» Находчивый астрологъ отвѣтилъ: «Ваше величество! Звѣзды говорятъ, что я умру за три дня до вашей смерти». Послѣ такого отвѣта Людовикъ не только не повѣсилъ астролога, но приказалъ даже заботиться о его здоровьѣ. Фламмаріонъ умалчиваетъ о томъ, что король все-таки въ концѣ-концовъ повѣсилъ своего астролога, когда дѣло коснулось не дамы, а собственной его королевской особы. Отношеніе сильныхъ міра сего къ появленію кометъ было различно. Герцогъ Висконти смиренно благодарилъ Бога за «небесный знакъ» своей смерти, а португальскій король Альфонсъ VI, наоборотъ, встрѣтилъ комету 1664 года ругательствами и грозилъ ей... своимъ пистолетомъ!

Появленіе кометы 1066 года (Галлея) связали съ захватомъ Англіи Вильгельмомъ Завоевателемъ и гибелью короля Гаральда. Сохранился до сихъ поръ интересный коверъ, вытканный, какъ предполагаютъ, женой Вильгельма. Рисунки ковра связаны съ появленіемъ названной кометы.

Темнота забитой, невѣжественной толпы, какъ и жестокое тщеславіе сильныхъ міра сего могутъ, какъ видимъ, достигать невѣроятныхъ предѣловъ. Духовенство, по обыкновенію, поддерживало то и другое для увеличенія собственнаго богатства и значенія. Король Людовикъ XI-й увидѣлъ на небѣ знаменіе «въ видѣ хвостатой звѣзды», которое принялъ за предвѣщаніе своей смерти. «Онъ посовѣтовался съ епископами, которые сказали ему, что онъ долженъ молиться, строить церкви и монастыри. Онъ сдѣлалъ все это, но все-таки умеръ черезъ три года».

Какъ нынѣ, такъ и прежде, среди массъ при появленіи красивой кометы часто распространяются слухи о близкой «кончинѣ міра». Исторія свидѣтельствуетъ, напр., о томъ, что при появленіи кометъ 1528 и 1577 годовъ такіе слухи носились въ особенности. Весьма большое число добрыхъ католиковъ поспѣшило отдать свое имущество монастырямъ. Добрые монахи приняли даянія съ радостью, не взирая на близкую «кончину міра». Этой кончины, конечно, не послѣдовало, и монахи объ этомъ сожалѣли менѣе всего.

Но болѣе всего переполоха, какъ кажется, надѣлало въ исторически извѣстныя намъ времена одно изъ появленій періодической кометы Галлея, о которой ниже у насъ будетъ подробная рѣчь. Появленіе это (въ 1456 г.) случилось черезъ 3 года послѣ взятія турками Константинополя и совпало съ нашествіемъ турокъ на Европу.

Христіане дрожали за свою участь и ясно видѣли въ этой кометѣ турецкій ятаганъ. Но и турки боялись кометы не менѣе: они видѣли въ ней, наоборотъ, крестъ. Въ дѣло вступился папа Калликстъ III и издалъ указъ, чтобы въ полдень во всѣхъ церквахъ звонили въ колокола, а прихожане читали особыя молитвы-заклятія противъ кометы и турокъ. Вскорѣ турки были отражены. Католичество осталось въ цѣлости (какъ и магометанство, впрочемъ), но полуденный звонъ въ католическихъ церквахъ (ангелюсъ) сохранился и по сію пору—въ воспоминаніе могущества папскихъ молитвъ-заклятій противъ кометъ.

Конечно, съ развитіемъ критической мысли въ извѣстной просвѣщенной части общества отношеніе къ кометамъ измѣнялось. Такъ, передаютъ, что когда умирающему кардиналу Мазарини сообщили, что появилась комета (въ 1661 г.), предвѣщающая ему смерть, то онъ отвѣтилъ, что

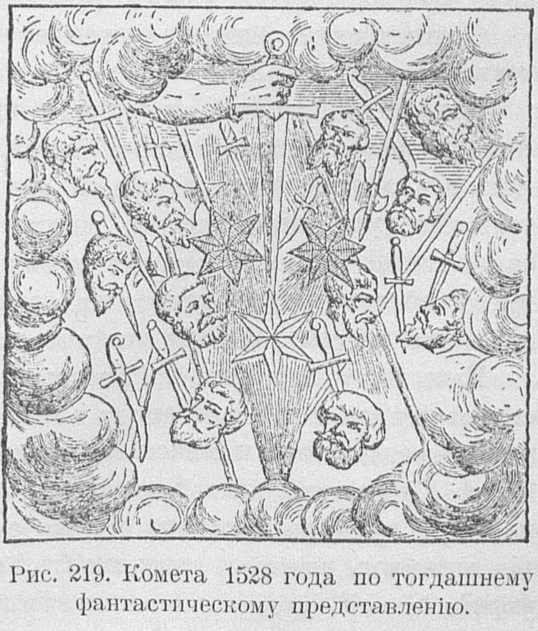


Рис. 219. Комета 1528 года по тогдашнему фантастическому представленію.

«комета оказываетъ ему слишкомъ много чести». Но о той же Франціи и о той же придворной средѣ Людовика XIV двадцать лѣтъ спустя, когда появилась комета 1680 года, придворный лѣтописецъ сообщаетъ:

«Всѣ взоры въ теченіе трехъ дней обращены на небо; появилась комета, какой еще никто не видалъ, и она дни и ночи занимаетъ нашихъ ученыхъ. Въ городѣ царитъ страшный ужасъ. Многіе видятъ въ кометѣ предвѣстника новаго потопа. Многіе составляютъ завѣщанія или передаютъ свое имущество монастырямъ. Дворъ усиленно занятъ вопросомъ о томъ, не предвѣщаетъ ли комета смерть кого-либо изъ вельможъ, такъ какъ, по словамъ придворныхъ, такіе случаи наблюдались уже не разъ. При этомъ ссылаются на смерть Цезаря. Говорятъ, что братъ Людовика XIV по этому поводу воскликнулъ: «Господа! Вы слишкомъ высокаго мнѣнія о себѣ, вѣдь вы не принцы!»

Типичнымъ образчикомъ того, что видѣли встарь люди въ появившейся кометѣ, служитъ, между прочимъ, описаніе кометы 1528 г. въ книгѣ знаменитаго въ свое время хирурга Паре, озаглавленной «Чудеса природы».

«Эта комета,—пишетъ Паре,—имѣла такой ужасный видъ, она внушала такой безумный страхъ черни, что многіе изъ простого народа умерли отъ страха, а другіе захворали. Она отличалась непомѣрной длиной и была окрашена въ кроваво-красный цвѣтъ. Въ вершинѣ кометы виднѣлась огромная рука, державшая мечъ, направленный на комету. Около острія меча виднѣлись три звѣзды. По сторонамъ лучей этой кометы виднѣлось множество топоровъ, ножей и мечей, окрашенныхъ кровью, а также много отрубленныхъ человѣческихъ головъ».

Фантастическое описаніе сопровождается и соотвѣтственнымъ рисункомъ (см. рис. 219).

Примѣровъ суевѣрій, подобныхъ приведеннымъ, самообмановъ и сознательныхъ обмановъ можно было бы набрать цѣлую книгу. Многимъ изъ современныхъ читателей они покажутся забавными анекдотами. Но пусть такой читатель подумаетъ о томъ, какъ обстоитъ дѣло въ настоящее время. Среди окружающихъ насъ огромныхъ массъ безграмотнаго или полуграмотнаго населенія развѣ не связываются съ появленіемъ кометы подобные нелѣпые толки?

Какъ бы то ни было, но легенды и суевѣрія, которыя связывались съ появленіемъ тѣхъ или иныхъ кометъ и попали такимъ образомъ въ различныя лѣтописи и записи, все же сослужили свою службу серьезной наукѣ. Отбрасывая явно ложное и несообразное въ описаніяхъ кометъ, по этимъ записямъ возможно отчасти судить какъ о времени появленія видимыхъ простому глазу кометъ, такъ иногда и о ихъ внѣшней формѣ.

Болѣе интересенъ, однако, другой рядъ фактовъ въ исторіи занимающаго насъ вопроса. Отъ безпочвенныхъ фантазій, навѣянныхъ страхомъ и суевѣріями, перейдемъ къ то̀й работѣ мысли надъ вопросами о кометахъ, которую проявляли въ различныя времена выдающіеся умы и изслѣдователи разныхъ странъ и народовъ.

До сихъ поръ мы не знаемъ ничего положительнаго о томъ, какъ смотрѣли на кометы радоначальники человѣческой культуры, т. е. древніе египтяне и халдеи. Это тѣмъ болѣе жаль, что сохранившіеся на этотъ счетъ намеки у греко-римскихъ писателей весьма интересны и знаменательны, напримѣръ, Пиѳагоръ правильно считалъ кометы свѣтилами, двигающимися вокругъ Солнца и при томъ такъ, что мы можемъ видѣть лишь небольшую часть ихъ пути. Связь философіи Пиѳагора съ ученіями египетскихъ и халдейскихъ жрецовъ несомнѣнна. Вотъ почему было бы очень интересно установить по первоисточникамъ, если бы таковые сохранились, насколько самостоятеленъ этотъ близкій къ истинѣ взглядъ древняго мудреца. Впрочемъ, нѣкоторые изъ учениковъ Пиѳагора видѣли въ кометахъ уже только свѣтовыя явленія, причиной которыхъ они называли солнечные лучи. Взглядъ Пиѳагора, такимъ образомъ, не привился и надолго потонулъ въ сумеречныхъ блужданіяхъ человѣческой мысли. Замѣчательно также то, что величайшіе астрономы древности Гиппархъ и Птоломей ничего почти не говорятъ о кометахъ. Такимъ образомъ на ходъ и направленіе науки о кометахъ въ древней и средневѣковой Европѣ наибольшее вліяніе оказалъ, какъ и всюду, впрочемъ,—Аристотель.

Великій философъ былъ по-своему логиченъ. Принявъ, что Земля неподвижна, и что вокругъ нея равномѣрно вращается неизмѣнное небо, могъ ли онъ допустить въ этомъ небѣ еще какія-то новыя свѣтила, особенно столь страннаго и необычнаго вида, внезапнымъ появленіемъ своимъ нарушающія весь установленный, незыблемый порядокъ вселенной. Аристотель полагалъ поэтому, что кометы суть не что иное, какъ рядъ какихъ-то явленій горѣнія, совершающагося въ самыхъ верхнихъ предѣлахъ воздуха, окружающаго Землю. По его мнѣнію, отъ Земли поднимались особаго рода легкія испаренія, которыя достигали крайнихъ предѣловъ атмосферы и приближались къ вращающемуся небесному своду. Здѣсь подъ вліяніемъ «огненной стихіи» и Солнца испаренія загорались, а получающееся при этомъ пламя и представляло комету съ ея хвостомъ. Сгорали испаренія,—исчезала сама собой и комета. Взглядъ этотъ, доставшійся Аристотелю отъ предшественниковъ и освященный авторитетомъ его имени, былъ господствующимъ долгое время, чему есть много доказательствъ у древнихъ. Такъ, Ксенофанъ и Ѳеонъ Александрійскій считали кометы горящими или раскаленными облаками. Панэтій считалъ ихъ свѣтовыми явленіями, происходящими отъ преломленія и отраженія свѣта, подобно радугѣ. Гераклидъ считалъ кометы за высокія облака, освѣщаемыя иногда Солнцемъ, Луной или звѣздами. Подобное мнѣніе считалось достаточнымъ для объясненія причудливыхъ формъ этихъ свѣтилъ. Словомъ, какъ видимъ, кометамъ приписывали земное или воздушное происхожденіе, смотрѣли на нихъ, какъ на явленія метеорологическія, въ родѣ дождя, града и т. д... Извѣстный Страбонъ считалъ область появленія кометъ совсѣмъ недалекой,—кометы, по его мнѣнію, носились внутри земныхъ облаковъ...

Наивности и поверхностности подобныхъ взглядовъ приходится удивляться болѣе всего потому, что наряду съ ними высказывались иныя подходящія къ истинѣ мнѣнія, и высказывались распространенными и пользующимися вліяніемъ писателями. Въ особенности замѣчательны слова Сенеки. Этотъ натуръ-философъ своего времени совершенно основательно видитъ въ кометахъ отдѣльныя самостоятельныя свѣтила, приближающіяся къ Землѣ изъ необъятной бездны пространства.

Кометы,—совершенно вѣрно говоритъ Сенека,—«становятся видимыми для насъ, когда опускаются къ намъ, и исчезаютъ изъ нашихъ глазъ, когда возвращаются въ ту область, изъ которой они пришли, погружаясь въ бездны эѳира, подобно рыбамъ, скрывающимся въ глубинахъ моря... Нечего удивляться, что законы движеній кометъ остаются для насъ еще невполнѣ извѣстными: эти свѣтила появляются такъ рѣдко и такъ долго заставляютъ ждать слѣдующихъ своихъ *періодическихъ* возвращеній. Какъ же можно было достигнуть основательнаго познанія о кометахъ, когда мы едва только начали еще понимать причины затменій? *Придетъ время, когда прилежное изученіе сдѣлаетъ эти, пока еще скрытыя отъ насъ истины очевидными для всѣхъ!*»

Время, предсказанное Сенекой, наконецъ, пришло. Но, быть можетъ, оно пришло бы на нѣсколько вѣковъ раньше, если бы въ основу разработки кометнаго вопроса были сразу положены взгляды, высказанные имъ. Между прочимъ, весьма важно отмѣтить, что философъ не считаетъ этихъ взглядовъ своими собственными, а приписываетъ ихъ древнимъ халдеямъ. Такимъ образомъ, почти изначала человѣческой исторіи уже уживались рядомъ два совершенно противоположныхъ мнѣнія на занимающія насъ свѣтила. И для исторіи развитія человѣческой мысли любопытно отмѣтить то, что восторжествовалъ сначала ошибочный взглядъ. Подобныя явленія въ исторіи культуры нерѣдки. Способъ «приведенія къ нелѣпости» есть, какъ видно, одинъ изъ любимыхъ путей мышленія всечеловѣчества. Люди, вообще говоря, сначала должны упереться въ тупикъ безысходныхъ противорѣчій и безсмыслицы, чтобы бросить старые взгляды, обратиться назадъ и начать работу сызнова, идя уже по болѣе вѣрной дорогѣ.

Итакъ, крупицы истины, разбросанныя въ различныхъ сочиненіяхъ древнихъ, были потеряны. Мнѣніе Аристотеля о физическомъ и земномъ происхожденіи кометъ восторжествовало и цѣликомъ перешло въ средневѣковую схоластическую науку. Эта послѣдня еще болѣе затемнила вопросъ, разбивъ его, какъ мы уже видѣли, обильной смѣсью астрологіи, мистицизма и суевѣрія. Европа погрузилась во мракѣ полнаго невѣжества, прорѣзываемаго лишь дикими проблесками религіознаго фанатизма. Понадобился длинный рядъ вѣковъ, пока условія жизни европейскаго человѣчества позволили вырости и совершить свои подвиги такимъ богатырямъ человѣческой мысли, какъ Коперникъ, Джордано Бруно, Галилей, Кеплеръ и Ньютонъ. Путы вѣковыхъ предразсудковъ были, однако, столь могущественны, что и выдающіеся умы не могли ихъ распутать сразу. Выдающіеся математики и астрономы своего времени часто высказываютъ противорѣчивыя и неожиданныя мысли. Типичный образчикъ такихъ запутанныхъ мнѣній о кометахъ даетъ великій Кеплеръ. Геніальный «законодатель неба», представлявшій вполнѣ ясно движенія планетъ и ихъ спутниковъ, не представлялъ себѣ, какъ совершается движеніе кометъ въ небесномъ пространствѣ. Пути кометъ онъ предполагалъ прямолинейными. Что касается происхожденія и состава кометъ вообще, то вотъ что говоритъ онъ по этому поводу съ обычной своей поэтично-восторженной манерой.

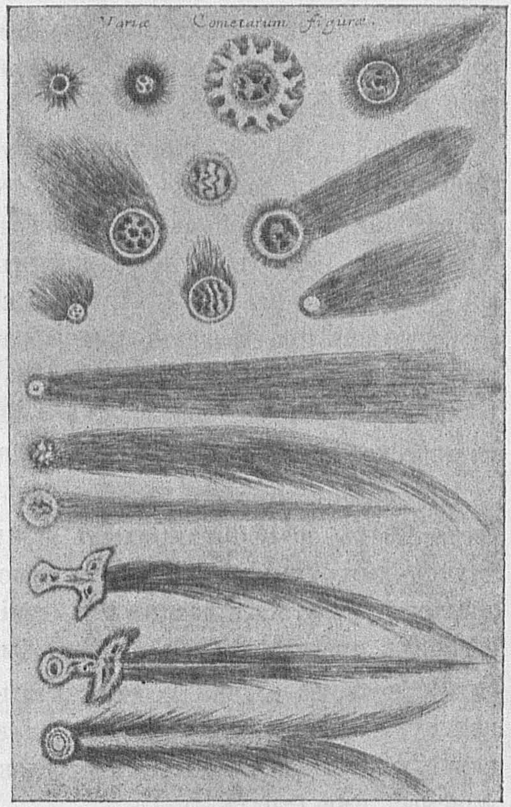

Variæ Cometarum figuræ.

Рис. 220. Изображенія кометъ въ средніе вѣка.

«Небо наполнено кометами столь же обильно, какъ море рыбами. Свѣтила эти не вѣчны, какъ полагалъ Сенека, но они состоятъ изъ небеснаго вещества. Вещество это не всегда чисто и часто представляетъ собою свернувшуюся въ клубокъ ту непрозрачную, какъ бы сальную мглу, которая затмеваетъ иногда блескъ Солнца и Луны. Такимъ образомъ, необходимо бываетъ, чтобы эѳиръ по временамъ очищался и освобождался отъ этого вещества, извергая его изъ себя. Это совершается посредствомъ какой-то животной или жизненной способности, присущей эѳиру. Такого рода грязная матерія скучивается и принимаетъ округлый видъ, образуя собою голову кометы. Солнечные лучи, падая на нее и проникая чрезъ ея толщу, вновь преобразуютъ ее въ тончайшее вещество эѳира, и выходя изъ нея, образуютъ по другую сторону отъ нея ту свѣтлую полосу, которую мы называемъ кометнымъ хвостомъ. Такимъ образомъ комета, выбрасывая изъ себя хвостъ, тѣмъ самымъ разрушаетъ себя и уничтожается».

Итакъ, съ одной стороны Кеплеръ принимаетъ взгляды, высказанные Сенекой и даже повторяетъ его сравненіе кометъ съ рыбами, плавающими въ глубинахъ океана. Точно также онъ не считаетъ, подобно Аристотелю, эти тѣла порожденіемъ Земли и воздуха, хотя и не считаетъ ихъ столь же «вѣчными», какъ планеты и звѣзды. Послѣднія слова можно при желаніи истолковать и такъ, что Кеплеръ словно предугадалъ новѣйшія открытія о неустойчивости кометнаго вещества. Но все дальнѣйшее, касавшееся общей теоріи кометъ, есть, очевидно, поэтическая фантазія геніальнаго ума.

Въ мнѣніи Кеплера ясно желаніе согласить и примирить два несогласимыхъ и непримиримыхъ взгляда на кометы старой и новой науки—хитроумныхъ толкованій Аристотелевскихъ схоластовъ и послѣдователей новаго взгляда на міроздание, однимъ изъ первымъ и геніальнѣйшихъ представителей котораго былъ самъ Кеплеръ.

Во всякомъ случаѣ можно считать, что въ 16 и 17-мъ вѣкѣ кометы понемногу окончательно изгоняются изъ предѣловъ земной атмосферы, равно какъ малу-по-малу въ передовыхъ умахъ разсѣивается возбуждаемый ими страхъ.

«Кометы дѣйствительно страшны...—писалъ ученый священникъ Гассенди при Людовикѣ XIV во Франціи.—Но только вслѣдствіе нашей глупости. Мы очень охотно выдумываемъ для себя предметы безотчетнаго страха и, не довольствуясь дѣйствительными бѣдствіями, прибавляемъ къ нимъ еще воображаемыя»...

Но предразсудки былыхъ вѣковъ, все-таки, долго еще оказывали вліяніе на самые сильные умы своего времени. Такъ, напримѣръ, талантливѣйшій математикъ Бернулли выражаетъ мнѣніе, что если сама комета и не выражаетъ дурного знаменія, то такимъ предзнаменованіемъ можетъ служить ея... хвостъ! Знаменитый астрономъ Лаландъ тоже придавалъ кометамъ значеніе «знаменій» только потому, что такъ думаютъ всѣ.

«Было бы недостойно философа,—говоритъ онъ,—считать за смѣшныя сказки всѣ эти мнѣнія, столь всеобще распространенныя».

Еще болѣе путаницы и противорѣчій получалось во взглядахъ на движенія и составъ кометъ. Такъ, Декартъ считалъ кометы за солнца, близкія къ угасанію, а хвосты кометъ онъ считалъ происходящими отъ отраженія тѣломъ кометы солнечныхъ лучей. Знаменитый астрономъ Д. Кассини высказывалъ мнѣніе, что кометы существуютъ отъ начала міра и двигаются вокругъ Земли по кругамъ съ равномѣрной скоростью. Упомянутый уже Бернулли считалъ кометы спутниками какой-то неизвѣстной намъ планеты. По его расчетамъ выходило, что планета эта удалена отъ насъ на разстояніе въ 250 разъ превышающее разстояніе Сатурна, а обращается онъ вокругъ Солнца съ непостижимой быстротой всего въ 4 года и 157 дней. На этомъ основаніи онъ вычислилъ путь кометы, появившейся въ 1680 году, и предсказалъ ея возвращеніе приблизительно черезъ $38^1/_2$ лѣтъ. Предсказаніе его не оправдалось, какъ и слѣдовало, впрочемъ, ожидать. Различныхъ подобныхъ догадокъ и предположеній можно было бы привести еще очень много. Но до Ньютона только одинъ Гевелій высказалъ мысль, кто кометы движутся по параболамъ. Однако онъ не привелъ ничего убѣдительнаго въ доказательство подобнаго положенія.

Такъ дѣло шло до появленія большой кометы 1680 года, когда въ вопросъ «кометной астрономіи» вмѣшался великій Ньютонъ, а вслѣдъ затѣмъ дальнѣйшей разработкой и развитіемъ вопроса занялся его ученикъ и другъ Эдмундъ Галлей.

Ньютонъ высказалъ и неопровержимо доказалъ, что движенія кометъ подчиняются тѣмъ же законамъ, которые установилъ Кеплеръ для движенія планетъ около Солнца. А эти законы въ свою очередь являются слѣдствіемъ болѣе общаго закона всемірнаго тяготѣнія.

Исходя изъ закона Ньютона, какъ основанія, по правиламъ науки механики и при помощи математики можно получить всѣ законы Кеплера. Точно также, если мы зададимъ себѣ задачу, по какимъ законамъ будетъ двигаться нѣкоторая матеріальная точка, если она притягивается къ неподвижному центру по закону Ньютона, то, рѣшивъ подобную задачу, мы опять-таки получимъ законы Кеплера въ самомъ общемъ ихъ видѣ. Мы убѣдимся тогда, что если на свѣтило изъ нѣкотораго центра дѣйствуетъ постоянно сила по закону Ньютона, то это тѣло должно описывать, смотря по обстоятельствамъ, одно изъ *коническихъ сѣченій* (т. е. эллипсъ, или параболу, или гиперболу, или кругъ. См. стр. 48—51).

Итакъ, мы можемъ сказать, что свѣтила, составляющія солнечную систему, движутся вообще по коническимъ сѣченіямъ, при чемъ планеты движутся исключительно по эллипсамъ. Въ одномъ изъ фокусовъ такого эллипса находится центръ притяженія—Солнце.

Въ восьмидесятыхъ годахъ 17-го столѣтія Ньютонъ сдѣлалъ предположеніе, что движенія всѣхъ кометъ также подчиняются закону всемірнаго тяготѣнія, а слѣдовательно *совершаются по законамъ Кеплера.* Изученіе различныхъ наблюдавшихся раньше кометъ привело Ньютона къ заключенію, что кометы обѣгаютъ вокругъ Солнца *по параболамъ.* Онъ же предложилъ и геометрическій или, лучше сказать, графическій способъ опредѣленія параболическаго пути (параболической орбиты) кометы, если точно извѣстны три ея положенія на видимомъ сводѣ небесномъ. Методъ свой Ньютонъ приложилъ къ вычисленію орбиты кометы, появившейся въ 1680 году, и вычисленная имъ теоретически орбита настолько близко совпадала съ дѣйствительно наблюдаемой, что въ вѣрности основаній, положенныхъ въ основу вичисленій, сомнѣваться было нельзя. Такъ былъ заложенъ краеугольный камень «кометной астрономіи». Дальнѣйшіе шаги въ этомъ направленіи были сдѣланы Эдмундомъ Галлеемъ, именемъ котораго названа комета, наблюдавшаяся послѣдній разъ въ 1910 году. Изслѣдованія и вычисленія, посвященныя этой кометѣ многими выдающимися учеными, настолько расширили взгляды на эти загадочныя свѣтила, что на исторіи этого вопроса слѣдуетъ остановиться.

* * *

Комета 1680 года «помогла», если можно такъ выразиться, Ньютону провѣрить свои выводы о подчиненіи кометныхъ движеній закону всемірнаго тяготѣнія и тѣмъ самымъ направить астрономическія изслѣдованія въ этой области на вѣрный путь. Спустя два года, въ 1682 году, на небосводѣ засіяла новая большая комета, появленіе которой въ исторіи «кометной астрономіи» составляетъ эпоху едва ли не бо̀льшую, чѣмъ комета 1680 года. Комету 1682 года мы называемъ теперь Галлеевой кометой, а 1682 годъ можетъ считаться годомъ ея научнаго рожденія,—*научнаго* только, говоримъ, потому что оказалось, что эта странница небесъ давно уже примкнула къ нашей солнечной системѣ и вмѣстѣ съ ней несется въ пространствѣ, подчиняясь притяженію нашего Солнца.

Какъ указано выше, Ньютонъ, повидимому, считалъ кометные пути параболическими вообще, и въ этомъ предположеніи далъ свой графическій методъ опредѣленія кометныхъ орбитъ по тремъ наблюденіямъ. Современникъ и другъ Ньютона Эдмундъ Галлей (1656—1742) явился

Рис. 221. Эдмундъ Галлей.

продолжателемъ дѣла. Къ графическому способу метода Ньютона онъ прибавилъ еще вычисленія, что помогало ему достигнуть большей точности, и этотъ усовершенствованный методъ вычисленія кометныхъ орбитъ приложилъ къ кометѣ 1682 года. Мало того, собравъ всѣ по возможности надежныя наблюденія надъ появленіемъ кометъ предшествующихъ временъ, равно какъ и своихъ современниковъ, онъ предпринялъ огромный трудъ—вычислить орбиты этихъ кометъ въ предположеніи, что они параболическія.

Галлей вычислилъ 24 орбиты кометъ, появлявшихся въ періодъ съ 1337 по 1698 годъ. Вычислывъ орбиты, онъ сравнилъ ихъ между собой, и при этомъ обратилъ вниманіе на слѣдующее замѣчательное обстоятельство:

Кометы, появлявшіяся въ 1531, 1607 и 1682 году имѣли по положенію и размѣрамъ почти одинаковые пути вокругъ Солнца, а промежутокъ времени прохожденія этихъ кометъ черезъ перигелій равнялся приблизительно 76 годамъ. По этому поводу возможно было сдѣлать только два допущенія: или предположить такую удивительную случайность, что въ пространствѣ по одному и тому же приблизительно параболическому пути движутся 3 большихъ кометы, или, что въ 1531, 1607 и 1682 гг. наблюдалась одна и та же комета, періодически (приблизительно черезъ 76 лѣтъ) возвращающаяся къ Солнцу. Галлей сдѣлалъ второе допущеніе, т. е. предположилъ, что комета 1682 года описываетъ около Солнца замкнутую эллиптическую орбиту и возвращается къ нему черезъ каждыя 75 или 76 лѣтъ. Слѣдующее возвращеніе ея къ Солнцу, по мнѣнію Галлея, должно было произойти въ 1758 году. Предположенія Галлея получили еще большую силу, когда, восходя къ болѣе раннему времени, онъ въ астрономическихъ записяхъ нашелъ еще три кометы—1305, 1380 и 1456 года, появленія которыхъ наблюдались черезъ тотъ же промежутокъ времени.

Предполагая, что дѣло идетъ все объ одной и той же кометѣ, Галлей принялся за новое вычисленіе ея пути уже въ предположеніи, что этотъ путь не параболическій, а *эллиптическій*. Для кометъ 1531, 1607 и 1682 года получилось такое согласіе наблюденій съ вычисленіями, что для Галлея не оставалось почти никакого сомнѣнія въ томъ, что онъ открылъ періодическую комету. Нѣкоторое небольшое несходство въ вычисленныхъ орбитахъ Галлей справедливо объяснялъ тѣмъ, что помимо Солнца на путь кометы оказываютъ вліяніе и другія планеты солнечной системы. Болѣе подробное изсѣдованіе этихъ такъ называемыхъ «возмущеній» кометнаго пути отъ притяженія планетъ знаменитый астрономъ оставилъ «заботамъ послѣдующихъ поколѣній, послѣ того какъ истина обнаружится изъ явленій».

Изслѣдованія Галлея о кометахъ были опубликованы въ 1749 году. «Ты видишь,—пишетъ онъ въ заключеніе своихъ работъ,—такое согласіе въ элементахъ всѣхъ трехъ кометъ, что оно было бы близко къ чуду, если бы это были три различныя кометы, или если бы это не были три различныя приближенія къ Солнцу и Землѣ одной и той же кометы, движущейся по эллипсу». Въ концѣ концовъ Галлей выражаетъ надежду, что если, согласно его предсказанію, комета снова появится около 1758 года, то потомство «не откажется признать, что это впервые было открыто *англичаниномъ*».

Благородный патріотъ не дожилъ до исполненія своего предсказанія. Но потомство наблюдало уже не разъ возвращеніе къ Солнцу вычисленной имъ кометы, и каждое такое возвращеніе обогащало область кометной астрономіи новыми открытіями. Имя Галлея отнынѣ связано навсегда съ именемъ изслѣдованной имъ кометы и будетъ жить въ памяти каждаго образованнаго человѣка до тѣхъ поръ, пока будетъ жить и развиваться современная астрономическая наука.

Послѣдующая исторія кометы Галлея связана прежде всего съ именемъ Алексѣя Клода Клеро, одного изъ самыхъ выдающихся математиковъ Франціи. Самъ Галлей, какъ указано выше, опредѣлилъ время возвращенія своей кометы и время прохожденія ея черезъ перигелій только приблизительно (около 1758 г.).

Къ этому времени астрономы всего міра ожидали появленія ея съ понятнымъ нетерпѣніемъ. Съ августа 1757 года уже начались поиски ея на небѣ; и около того же времени были произведены по поводу той же кометы новыя теоретическія изысканія. А именно упомянутый Клеро, по предложенію французскаго академика Лаланда, рѣшилъ вычислить то вліяніе на движеніе кометы, которое долженъ былъ оказать Юпитеръ въ 1681 г. и въ 1683 г., когда комета проходила близъ него, съ цѣлью болѣе точно опредѣлить время предстоявшаго прохожденія ея черезъ перигелій. Въ этомъ предпріятіи онъ нашелъ цѣннаго сотрудника въ лицѣ того же Лаланда, которому въ свою очередь помогала при вычисленіяхъ г-жа Лепотъ (m-me Lepaute), жена извѣстнаго въ то время часовщика.

Первыя же вычисленія показали, что невозможно ограничиться опредѣленіемъ возмущающаго вліянія Юпитера на комету лишь въ теченіе указаннаго времени, что необходимо вычислить эти возмущенія для гораздо большаго времени, и что подобныя же вычисленія надо произвести и по отношенію къ Сатурну. Вслѣдствіе этого работа въ сравненіи съ первоначальнымъ предположеніемъ увеличилась.

Если бы комета двигалась подъ дѣйствіемъ притягательной силы лишь одного Солнца, то она описывала бы вокругъ него эллипсъ *опредѣленнаго* размѣра и *неизмѣннаго расположенія* въ пространствѣ и моменты прохожденія черезъ перигелій слѣдовали бы другъ за другомъ чрезъ *равные промежутки* времени. Если же, кромѣ Солнца и кометы, принять во вниманіе хотя бы только одну планету, наприм. Юпитера, то описанное выше правильное движеніе кометы относительно Солнца тотчасъ же претерпѣваетъ значительныя измѣненія. Дѣйствіе Юпитера при этомъ двойное: съ одной стороны онъ своимъ непосредственнымъ притяженіемъ кометы заставляетъ ее уклоняться съ эллипса, измѣняя понемногу, но непрерывно, ея скорость и направленіе движенія; съ другой стороны, онъ притягиваетъ къ себѣ Солнце и подъ дѣйствіемъ этого притяженія Солнце не остается неподвижнымъ, какъ было бы при отсутствіи планеты, а описываетъ орбиту, подобную орбитѣ Юпитера, вокругъ Солнца, но только примѣрно въ тысячу разъ меньшаго размѣра, потому что притягательная сила Юпитера примѣрно въ тысячу разъ меньше притягательной силы Солнца. Вслѣдствіе этого движенія Солнца разстояніе между нимъ и кометой мѣняется уже независимо отъ движенія кометы, а вслѣдствіе этого измѣненія разстоянія между ними мѣняется въ свою очереть и притяженіе, оказываемое Солнцемъ на комету: *непрерывно мѣняется мѣсто фокуса, относительно котораго комета должна описывать эллипсъ.*

Такимъ же образомъ вліяютъ на движеніе кометы относительно Солнца и прочія планеты и больше другихъ Сатурнъ, притягательная сила котораго въ $3^1/_2$ тысячи разъ меньше притягательной силы Солнца.

Въ результатѣ такого сложнаго и непрерывнаго дѣйствія планетъ движеніе кометы перестаетъ быть такимъ правильнымъ, какимъ оно было бы въ отсутствіи ихъ. При одномъ обращеніи движеніе ея можетъ быть замедлено, при другомъ ускорено, потому что планеты не возвращаются на прежнія мѣста на своихъ орбитахъ по истеченіи одного обращенія кометы. Возмущающее вліяніе планетъ нужно вычислять для каждаго обращенія особо и эти вычисленія крайне сложны.

Клеро вывелъ необходимыя для этого формулы и вычислилъ вліяніе Юпитера и Сатурна на движеніе кометы Галлея за періоды 1531—1607 г. и 1607—1682 г. Затѣмъ онъ занялся вычисленіями тѣхъ вліяній, которыя Юпитеръ и Сатурнъ должны были оказать на движеніе кометы въ теченіе слѣдующаго обращенія послѣ 1682 года. Изслѣдованія и вычисленія велись съ напряженной быстротой, такъ какъ важно было получить результатъ прежде, чѣмъ появится комета. Нужная же для этого работа оказалась гораздо болѣе обширной, чѣмъ предполагалось сначала. Къ ноябрю 1758 г. вычисленія были уже почти (хотя и не совсѣмъ) окончены, и Клеро, полагая, что онъ не долженъ упускать момента для того, чтобы увѣдомить публику и астрономовъ о результатахъ своихъ изслѣдованій, представилъ академіи 14 ноября 1758 г. докладъ, вступленіе котораго хорошо характеризуетъ роль, которую должна была сыграть эта комета.

«Комета, которую ожидаютъ больше года,—писалъ Клеро,—сдѣлалась предметомъ гораздо болѣе живого вниманія, чѣмъ то, которое публика обыкновенно оказываетъ астрономическимъ вопросамъ. Истинные друзья науки желаютъ ея возвращенія, потому что отъ этого должно послѣдовать превосходное подтвержденіе той системы, въ пользу которой говорятъ почти всѣ явленія. Напротивъ, тѣ которымъ доставляетъ удовольствіе видѣть философовъ погруженными въ безпокойство и смущеніе, надѣются, что она совсѣмъ не вернется, и что открытія какъ Ньютона, такъ и его приверженцевъ, окажутся на одномъ уровнѣ съ гипотезами, взлелѣянными однимъ воображеніемъ. Многія лица этого послѣдняго рода уже торжествуютъ, и одинъ годъ запозданія, въ которомъ повинны лишь заявленія, лишенныя всякаго основанія, считаютъ достаточнымъ для осужденія ньютоновцевъ. Я имѣю въ виду доказать теперь, что это запозданіе, далеко не нанося ущерба системѣ всемірнаго тяготѣнія, есть необходимое слѣдствіе ея; что оно должно быть еще больше, и я попытаюсь указать его предѣлы».

Клеро излагаетъ затѣмъ ученіе Нютона, работы Галлея и свои изслѣдованія о кометѣ; указываетъ, что результатъ его вычисленій не можетъ претендовать на большую точность, потому что «тѣло, которое проходитъ черезъ столь удаленныя области, которое уходитъ изъ нашихъ глазъ на столь долгое время, можетъ быть, подвергается дѣйствію силъ совершенно неизвѣстныхъ, какъ, напримѣръ, дѣйствію другихъ кометъ, или даже дѣйствію какой либо планеты¹), всегда слишкомъ далекой отъ Солнца, чтобы когда-либо быть замѣченной. Если даже кажется маловѣроятнымъ, что подобныя причины существуютъ, достаточно того, что онѣ возможны, для того, чтобы объявлять о результатахъ теоріи лишь съ извѣстной осторожностью».

Изложивъ результаты вычисленій относительно обращенія кометы

---

¹) Во время Клеро не были еще извѣстны ни Уранъ, ни Нептунъ.

между 1531 г. 1682 г., Клеро переходитъ къ опредѣленію возмущеній кометы послѣ 1682 г.

«Сравнивая,—пишетъ онъ,—разницу силъ, съ которыми Юпитеръ дѣйствовалъ въ теченіе второго періода кометы и того, который окончится при ея ближайшемъ возвращеніи, я нахожу 518 дней, на которые интересующее насъ обращеніе должно быть длиннѣе предыдущаго; за исключеніемъ дѣйствія Юпитера на комету со времени ея послѣдняго средняго разстоянія до перигелія, то есть въ теченіе послѣднихъ семи или восьми лѣтъ, промежутокъ времени, въ теченіе котораго не можетъ быть измѣненія больше, чѣмъ на 15 дней. Что касается Сатурна то его дѣйствіе даетъ результатъ гораздо болѣе значительный, чѣмъ при сравненіи двухъ первыхъ обращеній; я нахожу болѣе 100 дней, на которые онъ долженъ еще удлинить настоящій періодъ, опять таки не обращая вниманіе на его дѣйствія съ 1751 года и на другое незначительное обстоятельство, опредѣлить значеніе котораго я еще не имѣлъ времени. За исключеніемъ этихъ величинъ, которыя я намѣреваюсь немедленно опредѣлить, я думаю, что ожидаемая комета должна пройти черезъ свой перигелій около середины ближайшаго апрѣля».

«Вы чувствуете, съ какой осторожностью я дѣлаю подобное заявленіе, потому что много мелкихъ величинъ, которыми я пренебрегъ въ методахъ приблизительнаго вычисленія, можетъ быть, въ состояніи измѣнить этотъ срокъ на одинъ мѣсяцъ, какъ это было въ вычисленіяхъ предыдущихъ періодовъ; потому что, кромѣ того, неизвѣстныя причины, о которыхъ я говорилъ въ началѣ этого мемуара, могли дѣйствовать на нашу комету; потому что, наконецъ, я самъ могу быть спокоенъ на счетъ точности своихъ многочисленныхъ и тонкихъ изслѣдованій послѣ того, какъ они представлены моимъ собратьямъ и моимъ судьямъ».

Черезъ нѣсколько мѣсяцевъ, въ серединѣ слѣдующаго 1759 г., Клеро окончилъ тѣ вычисленія, о которыхъ онъ упоминаетъ, и нашелъ, что теорія указывала для времени прохожденія черезъ перигелій 4 или 5 апрѣля.

Комету впервые замѣтилъ въ трубу замѣчательный любитель астрономіи, крестьянинъ Палечекъ, близъ Дрездена, 25 декабря 1758 г.; мѣсяцъ спустя ее нашелъ, не зная о наблюденіяхъ Палечека, Мессье въ Парижѣ. Непосредственныя наблюденія кометы въ связи съ соотвѣтствующими вычисленіями показали, что на этотъ разъ она прошла черезъ перигелій 12 марта 1759 г., т. е. на мѣсяцъ раньше срока, указаннаго Клеро. Знаменитый вычислитель имѣлъ полное право торжествовать, такъ какъ онъ самъ напередъ объявилъ, что полученные имъ результаты могутъ на мѣсяцъ отличаться отъ дѣйствительныхъ.

Изслѣдованіями и вычисленіями Клеро вполнѣ и окончательно подтвердились какъ предположенія Ньютона и Галлея о путяхъ кометъ, такъ и ньютоновская теорія притяженія вообще. Противникамъ математическихъ началъ, положенныхъ Ньютономъ въ основу естествознанія оставалось мало-по-малу сложить оружіе.

Работы Ньютона, Галлея и Клеро поставили механику кометныхъ движеній на прочное и правильное основаніе. Дальнѣйшимъ поколѣніямъ астрономовъ и математиковъ оставалось усовершенствовать методы названныхъ ученыхъ и довести ихъ до большей точности, изящества и простоты. И дѣйствительно, вторая половина 18-го вѣка и первая 19-го ознаменовались появленіемъ цѣлаго ряда блестящихъ математиковъ и философовъ, раздвинувшихъ рамки человѣческаго міросозерцанія и доведшихъ способы математическихъ изысканій до небывалой силы, тонкости и глубины. Надъ разработкой наслѣдія, оставленнаго Ньютономъ, кромѣ Галлея и Клеро, поработалъ рядъ такихъ свѣтилъ человѣческаго генія, какъ Лагранжъ, Лапласъ, Даламберъ, Эйлеръ, Монжъ, Гауссъ и многіе другіе. Знаменитый Вильямъ Гершель въ 1781 году раздвинулъ солнечную систему открытіемъ новой планеты Урана. Наблюденія надъ движеніемъ этой новооткрытой планеты приводили къ мысли о существованіи еще неизвѣстнаго намъ члена солнечной семьи. Знаменитое предвычисленіе Нептуна Адамсомъ и Леверье, можно сказать, уже носилось въ воздухѣ. Къ тридцатымъ годамъ того же XIX-го столѣтія было открыто еще нѣсколько періодическихъ кометъ, изслѣдованіе которыхъ расширило, съ одной стороны, область кометной астрономіи, а съ другой,—внесло въ эту область еще новыя загадки и задачи, о чемъ будетъ у насъ рѣчь ниже. Техника астрономическихъ наблюденій также весьма возросла. Въ рукахъ астрономовъ были уже усовершенствованные инструменты и трубы извѣстнаго Іосифа Фраунгофера. Въ полномъ расцвѣтѣ силъ и таланта работалъ творецъ современной наблюдательной астрономіи Ф. Бессель.

При такихъ обстоятельствахъ ожидалось новое появленіе кометы Галлея въ 1835 году. Четыре выдающихся вычислителя—Дамуазо, Понтекуланъ, Леманъ и Розенбергеръ взялись на этотъ разъ за задачу новаго предвычисленія появленія кометы Галлея, съ цѣлью получить еще болѣе точные результаты, чѣмъ Клеро.

Комета дѣйствительно появилась и была наблюдаема съ 5-го августа 1835 до середины 1836 года. По наблюденіямъ оказалось, что наиболѣе близко къ истинѣ предвычисленіе Понтекулана. Комета прошла черезъ перигелій всего на $3^1/_2$ дня послѣ указаннаго имъ срока, а именно прохожденіе это совершилось 15 ноября 1835 г. Согласіе труднѣйшихъ теоретическихъ предвычисленій съ наблюдаемыми фактами получилось, можно сказать, удивительное для всякаго, кто сможетъ понять, какія трудности приходится преодолѣвать въ вычисленіяхъ подобнаго рода.

Независимо отъ усовершенствованій въ техникѣ и теоріи вычисленія кометныхъ орбитъ, наблюденія кометы Галлея въ 1835 году навели ученыхъ на рядъ важныхъ заключеній и предположеній о физическомъ строеніи кометъ. Ниже мы остановимся на этой сторонѣ предмета нѣсколько подробнѣе, пока же закончимъ эту часть нашего историческаго очерка Галлеевой кометы, которая касается ея движенія въ пространствѣ по преимуществу.

Послѣднее появленіе славной въ лѣтописяхъ астрономіи странницы небесъ приходится на 1910 годъ. Свидѣтелами и наблюдателями явленія являемся мы, при чемъ современная наука для встрѣчи со своей «старой знакомой» была вооружена еще большими средствами и запасами свѣдѣній, чѣмъ въ 1835 году. Что касается до возможно точнаго предвычисленія ея прохожденія черезъ перигелій въ 1910 году, то и на этотъ разъ за дѣло задолго до ея появленія принялись многіе.

Упомянутый уже нами Понтекуланъ еще въ 1864 году получилъ для времени ея прохожденія черезъ перигелій въ 1910 году—16-е мая по новому стилю. Въ послѣднее время членами Русскаго Астрономическаго общества подъ руководствомъ сначала проф. А. М. Жданова, а затѣмъ проф. А. А. Иванова также было предпринято подобное предвычисленіе, давшее для времени прохожденія черезъ перигелій 17 іюня нов. ст. 1910 г. Наконецъ англійскіе астрономы Коуэль (Cowall) и Кроммелинъ (Crommelin), съ помощью членовъ Лондонскаго Астрономическаго общества, въ самые послѣдніе годы также предприняли обширныя вычисленія предстоящаго появленія Галлеевой кометы. Вычисленія эти дали для времени прохожденія черезъ перигелій 16 апрѣля нов. ст. 1910 г.

Поиски кометы по указаніямъ вычисленій начались съ начала 1909 года, и впервые она была отыскана профессоромъ Вольфомъ въ Гейдельбергѣ 11-го сентября 1909 года по новому стилю. Ему удалось ее сфотографировать. На его фотографической пластинкѣ комета имѣла видъ очень слабой туманности; по яркости она была 16-ой величины. Впослѣдствіи оказалось, что двумя днями раньше, т. е. 9 сентября, комета была сфотографирована на Гриничской обсерваторіи, но была обнаружена на фотографической пластинкѣ уже послѣ того, какъ было опубликовано первое наблюденіе Вольфа. Въ моментъ открытія комета Галлея находилась между орбитами Марса и Юпитера. До конца ноября по новому стилю комета не была доступна для наблюденій даже въ самые сильные телескопы; ее можно было только фотографировать при большой экспозиціи и при помощи сильныхъ фотографическихъ приборовъ. Къ концу ноября 1909 года яркость кометы уже настолько увеличилась, что сдѣлалось возможнымъ производить микрометрическія измѣренія ея положеній, но все еще при помощи большихъ телескоповъ. Въ это время комета Галлея уже имѣла ясно выраженное ядро. По первымъ же наблюденіямъ положенія кометы было вычислено время прохожденія ея черезъ перигелій, при чемъ получилось 20 апрѣля нов. ст. 1910 г. Такимъ образомъ оказалось, что предвычисленія Коуэлля и Кроммелина лучше всего согласуются съ наблюденіями. Комета на этотъ разъ была замѣчена и наблюдалась 7 мѣсяцевъ до ея наибольшаго приближенія къ Солнцу. Но, если можно такъ выразиться, она «не оправдала надеждъ», возлагаемыхъ на нее широкой публикой, ожидавшей эффектнаго зрѣлища столкновенія кометы съ Землей.

Изысканія надъ движеніемъ Галлеевой кометы позволили сдѣлать совершенно достовѣрныя заключенія о формѣ, расположеніи и направленіи ея пути въ пространствѣ. Комета Галлея движется въ пространствѣ по весьма вытянутому, удлиненному эллипсу, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится Солнце. Этотъ эллиптическій путь кометы представленъ на рис. 222-мъ. На этой же фигурѣ кругами изображены орбиты планетъ, начиная съ самой дальней, Нептуна, затѣмъ—Урана, Сатурна, Юпитера, Марса и Земли.

Орбита Земли, какъ видимъ, представляется сравнительно весьма маленькимъ кружочкомъ. Орбита же кометы Галлея, съ одной стороны, значительно выходитъ за предѣлы орбиты Нептуна, а съ другой, проходитъ между Солнцемъ и Землей. Другими словами, перигелій кометы Галлея (ея ближайшее разстояніе отъ Солнца) лежитъ внутри орбиты Земли, даже внутри орбиты Венеры, еще болѣе близкой къ Солнцу, чѣмъ Земля. За то афелій кометной орбиты выходитъ за орбиту Нептуна и вдвое дальше отъ Солнца, чѣмъ Уранъ.

За единицу разстоянія въ солнечной системѣ, какъ знаемъ, принимается среднее разстояніе Земли отъ Солнца, равное приблизительно $149^1/_2$ милл. километрамъ. Переводя разстоянія на эту астрономическую единицу, мы находимъ, что разстояніе кометы отъ Солнца въ афеліи составляетъ 35,3 среднихъ разстояній Земли отъ Солнца, или около 5 278 милліоновъ километровъ. Разстояніе же кометы въ перигеліи равно всего 0,587 среднихъ разстояній Земли отъ Солнца, т. е. около 88 милліоновъ километровъ.

Свой огромный вытянутый эллиптическій путь Галлеева комета пробѣгаетъ въ различное время, въ зависимости отъ встрѣчаемыхъ ею *возмущенiй* со стороны остальныхъ планетъ. Самый длинный перiодъ равняется 79 годамъ и 5 мѣсяцамъ, самый короткiй—74 годамъ и 5 мѣсяцамъ, т. е. въ среднемъ его можно принять въ 77 лѣтъ.

Въ перигелiи комета мчится съ чрезвычайной быстротой въ $54^1/_2$ километр. въ секунду, въ афелiи же она дѣлаетъ только около одного километра въ секунду (точнѣе: 0,906 кил.), т. е. въ афелiи движенiе ея замедляется въ 60 разъ. Смотря на рис. 222-ой, мы должны представлять себѣ всѣ планеты движущимися по своимъ орбитамъ въ направленiи, обратномъ движенiю часовой стрѣлки. Галлеева же комета движется въ направленiи движенiя часовой стрѣлки, т. е. *движенiе кометы обратное.*

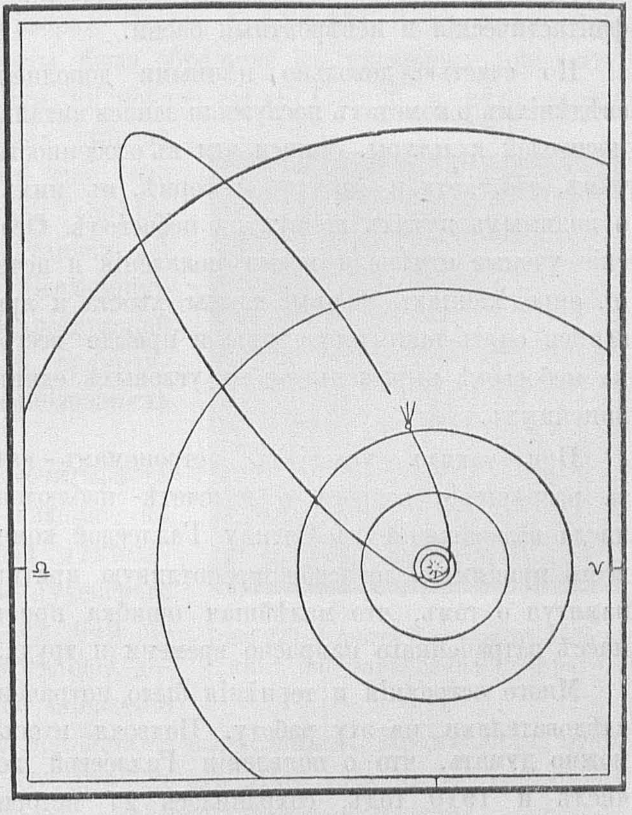


Рис. 222. Орбита кометы Галлея.

Какъ только была установлена перiодичность обращенiя кометы Галлея вокругъ Солнца, то, помимо многихъ другихъ, возникъ и такой совершенно естественный вопросъ: давно ли эта загадочная странница безконечныхъ безднъ вселенной, появившись изъ невѣдомаго далека, сдѣлалась постояннымъ членомъ нашей солнечной семьи? Сколько всего свидѣтельствъ сохранила исторiя о появленiи этой кометы? Вопросъ тѣмъ болѣе интересный, что съ разрѣшенiемъ его можно до нѣкоторой степени судить о физическихъ свойствахъ кометъ, точнѣе говоря,—объ устойчивости въ теченiи временъ составляющаго комету вещества.

Уже упомянуто о мнѣнiи самого Галлея, что нѣкоторыя кометы 14 и 15-го вѣка тождественны съ вычисленной имъ кометой 1682 года. Въ сороковыхъ годахъ прошлаго столѣтiя вопросомъ этимъ занимались Гайндъ и Ложье, отчасти Понтекуланъ; наконецъ, въ послѣднее время тѣмъ же вопросомъ занялись упомянутые уже Коуэль и Кроммелинъ.

Разобраться въ вопросѣ нелегко. Исторія даетъ для этого слишкомъ мало фактовъ. Сбивчивы, противорѣчивы и часто нелѣпы записи о кометахъ у древнихъ и средневѣковыхъ лѣтописцевъ, пріурочивавшихъ появленіе кометъ къ разнымъ событіямъ изъ жизни народовъ, или отдѣльныхъ лицъ. Но если даже подобныя записи давали возможность судить о *времени* появленія кометъ, то часто ничего нельзя было узнать о положеніи ея на небосводѣ, о ядрѣ, о длинѣ и направленіи «хвоста». Объ этомъ послѣднемъ въ особенности разсказывались самыя фантастическія и невѣроятныя басни.

По счастью, довольно цѣнными дополненіями къ европейскимъ свѣдѣніямъ о кометахъ послужили записи китайцевъ, этихъ древнѣйшихъ носителей культуры. Записи эти въ особенности драгоцѣнны для науки тѣмъ, что, хотя и въ грубой формѣ, въ нихъ даны свѣдѣнія именно о видимыхъ путяхъ кометъ на небосводѣ. Особенно тщательно китайскіе ученые отмѣчали время появленія и исчезновенія кометъ. За то въ опредѣленіяхъ формы, длины хвоста и яркости кометъ китайскія записи опять-таки малоцѣнны и прежде всего потому, что разстоянія на небосводѣ выражены не въ угловыхъ единицахъ (градусахъ), а въ линейныхъ.

При такихъ условіяхъ астрономамъ-математикамъ, бравшимся за разрѣшеніе вопроса о подсчетѣ наблюдавшагося человѣчествомъ числа возвращеній къ Солнцу Галлеевой кометы приходилось прежде всего принимать на себя кропотливую критико-историческую работу, памятуя о томъ, что малѣйшая ошибка приведетъ прежде всего къ массѣ затраченнаго напрасно времени и труда.

Много остроумія и терпѣнія было потрачено вышеуказанными изслѣдователями на эту работу. Подводя итогъ этимъ изслѣдованіямъ, можно думать, что о появленіи Галлеевой кометы, считая въ томъ числѣ и 1910 годъ, сохранилось 27 историческихъ свидѣтельствъ. Другими словами: комета эта принадлежитъ солнечной системѣ *не менѣе*, чѣмъ двѣ тысячи лѣтъ. Не менѣе, — говоримъ мы, — потому что проникнуть далѣе вглубь временъ такъ, чтобы получить достаточно достовѣрные результаты, пока не удалось.

Есть любопытныя попытки воспользоваться для исторіи Галлеевой кометы Библіей и древнееврейской литературой вообще.

Такъ, Д. Святскій въ журналѣ «Природа и Люди» (за 1910 г.) говоритъ, что въ Талмудѣ сообщается, что древніе іудеи называли кометы «звѣздами съ прутьями» или «жезлами» (Kochbe deschuwet), и дѣлается ссылка на слова пророка Валаама: «Восходитъ звѣзда отъ Іакова и возстаетъ жезлъ (= комета) отъ Израиля» (Числ. XXIV, 17).

Есть въ Библіи и другое мѣсто, гдѣ говорится также о видѣніи пророку Іереміи «жезла миндальнаго дерева» и «кипящаго котла, поддуваемаго вѣтромъ». Взгляните на рисунокъ кометы Галлея 1835 г., зарисованный астрономомъ Араго (рис. 223),—развѣ не похожъ хвостъ ея на растительный жезлъ, а голова на котелъ, который словно кипитъ въ огнѣ, при чемъ пламя какъ бы поддувается изъ-подъ него и убѣгаетъ въ хвостъ? Кромѣ того, у Іереміи описаніе дополняется указаніемъ, прямо раскрывающимъ астрономическій характеръ его «видѣнія»: «и лицо котла со стороны сѣвера» (Іерем. I, 11—13). Здѣсь прямо указывается, что голова кометы была обращена къ сѣверному горизонту, подъ которымъ скрывается въ ночное время Солнце и куда всегда бываетъ обращена лицевая сторона головы кометы. Добавимъ еще, что «жезлъ миндальный» или «орѣховой» (какъ сказано въ славянской Библіи),—по толкованію Блаженнаго Іеронима, оказывается «бодрствующей вѣтвью», т. е. въ смыслѣ прямолинейности ея и въ противоположность согнутой вѣтви.

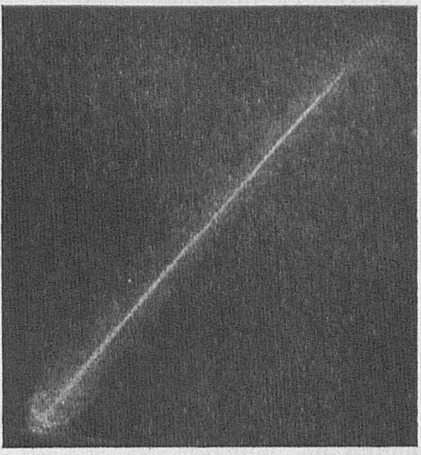


Рис. 223. Комета Галлея, въ 1835 г., какъ она зарисована Ф. Араго.

Пророкъ Іеремія,— высчитываетъ г. Святскій, — видѣлъ явленіе въ началѣ своей пророческой дѣятельности, въ дни Іосіи, царя Іудейскаго (Іерем. I, 2), жившаго съ 640 по 609 г. до Р. Х. Отдаленнѣйшее, довольно точно опредѣленное появленіе кометы Галлея, согласно новѣйшимъ вычисленіямъ Кроммелина, относится къ 467 г. до Р. Х. Отсчитавши отъ этого года въ глубь временъ дважды по 76 л. — средній періодъ обращенія кометы, получимъ $467+(76\times2)=619$ годъ—падающій на время царствованія въ Іудеѣ Іосіи и на пророческую дѣятельность Іереміи. Кромѣ того, изъ Библіи мы узнаемъ, что Іосія вступилъ на престолъ 8-лѣтнимъ мальчикомъ (4-я Царствъ XXII, 1), а Іеремія видѣлъ видѣніе въ 13-й годъ его царствованія (Іерем. I, 2). Сложивши эти цифры и вычтя изъ года рожденія Іосіи, получимъ тотъ же годъ, въ который должна была наблюдаться комета Галлея: $640-(8+13)=619$.

Всѣ подобныя соображенія и расчеты, конечно, весьма занимательны, но для полной убѣдительности ихъ необходимо было бы подвергнуть провѣркѣ самую библейскую хронологію, подвергнуть критической переоцѣнкѣ книги пророковъ, отдѣлить то, что принадлежитъ самому пророку, отъ вставокъ и позднѣйшихъ наслоеній и и. д., и т. д. На этомъ примѣрѣ можно убѣдиться, какую иногда огромную работу надо предпринять, чтобы вѣрно установить точную дату времени.

По наиболѣе распространенному до послѣдняго времени взгляду, кометы суть блуждающія въ міровомъ пространствѣ тѣла, попадающія случайно въ ту или иную, въ томъ числѣ и нашу, солнечную систему. Если на такую комету не дѣйствуетъ въ междузвѣздномъ пространствѣ никакая притягательная сила какой-либо звѣзды-солнца, то предполагается, что она движется въ этомъ пространствѣ по первому закону механики, т. е. по *закону инерціи*. Законъ этотъ гласитъ, что если на тѣло не дѣйствуетъ никакая сила, то тѣло это всегда остается или въ состояніи покоя, или въ состояніи *прямолинейнаго и равномѣрнаго* непрерывнаго движенія (см. стр. 69).

Итакъ, представимъ, что гдѣ-то въ глубинахъ неизвѣданнаго пространства нѣкоторая комета попала въ область притяженія какой-либо звѣзды-солнца. Силой тяготѣнія эта звѣзда притянетъ къ себѣ комету, заставитъ ее описать вокругъ себя тотъ или иной путь. Комета при такомъ двжиеніи разовьетъ извѣстную скорость и, положимъ, выйдетъ изъ сферы воздѣйствія на нее этой звѣзды. Тогда, по только-что высказанному закону инерціи, она будетъ двигаться въ пространствѣ *прямолинейно и равномѣрно* съ пріобрѣтенной раньше скоростью. Такое движеніе будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока комета случайно не попадетъ въ область притяженія другой звѣзды, допустимъ—нашего Солнца. Подъ вліяніемъ солнечнаго притяженія она измѣнитъ направленіе своего движенія и, какъ мы уже знаемъ изъ предыдущаго, должна описать вокругъ нашего центральнаго свѣтила *одно изъ коническихъ сѣченій*—кругъ, эллипсъ, параболу или гиперболу.

Но какую же именно изъ названныхъ кривыхъ опишетъ та или иная комета?

Механика точно отвѣчаетъ на этотъ вопросъ. Она доказываетъ, что геометрическая форма того пути, который опишетъ комета подъ вліяніемъ притяженія Солнца, главнымъ образомъ будетъ зависѣть *отъ отношенія начальной скорости, которую имѣетъ комета, къ ея разстоянію отъ Солнца* въ тотъ моментъ, когда она начинаетъ подвергаться вліянію его притяженія. При нѣкоторой опредѣленной величинѣ этого отношенія, описанная кривая можетъ быть кругомъ, въ центрѣ котораго находится Солнце. По такой окружности комета двигалась бы около Солнца равномѣрно. Въ дѣйствительности движущихся такимъ образомъ кометъ до сихъ поръ наблюдать не приходилось. Скорость такого движенія, если бы оно существовало, слѣдовало бы назвать *круговою скоростью*. Скорость, нѣсколько меньшая этой, давала бы движеніе по эллипсу, въ одномъ изъ фокусовъ котораго—а именно въ томъ фокусѣ, который наиболѣе удаленъ отъ разсматриваемаго начальнаго положенія кометы,—должно было бы находиться Солнце.

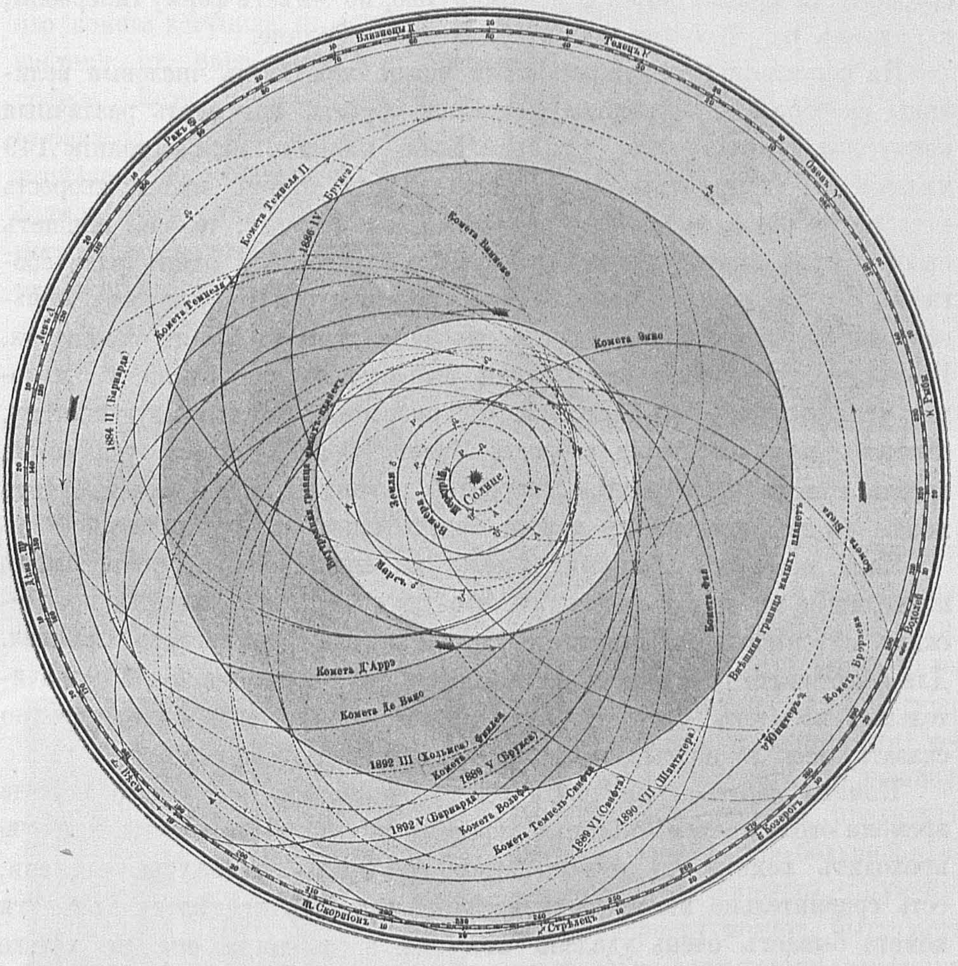

Близнецы ♊
Телецъ ♉
Овенъ ♈
♓ Рыбы
Водолей
♑ Козерогъ
♐ Стрѣлецъ
♏ Скорпіонъ
♎ Вѣсы
Дѣва ♍
Левъ ♌
Ракъ ♋
Комета Темпеля II
1886 IV (Брукса)
Комета Виннеке
Комета Темпеля I
1884 II (Барнарда)
Комета Энке
Внутренняя граница малыхъ планетъ
Земля ♁
Венера ♀
Меркурій
Солнце
Марсъ ♂
Комета Біела
Комета Фая
Внѣшняя граница малыхъ планетъ
Комета Брорзена
♃ Юпитеръ ♃
Комета Д'Арре
Комета Де Вико
1892 III (Хольмса)
Комета Финлея
1889 V (Брукса)
1892 V (Барнарда)
Комета Вольфа
Комета Темпель-Свифта
1889 VI (Свифта)
1890 VII (Шпиталера)

Рис. 224. Семья Юпитеровыхъ кометъ солнечной системы.

При скорости нѣсколько большей, чѣмъ круговая, описанная кометой кривая будетъ эллипсъ и притомъ расположенный такъ, что начальное положеніе будетъ въ перигеліи.

Чѣмъ болѣе будетъ начальная скорость, тѣмъ болѣе будетъ удлинена эллиптическая орбита. Когда эта скорость будетъ равна круговой скорости, умноженной на 1,414, или, что все равно, на $\sqrt{2}$, тогда описываемая кривая приметъ видъ параболы. Скорость движенія по этой кривой обыкновенно называютъ *параболической скоростью*. Если существуютъ кометы, движущіяся по параболическимъ кривымъ, то онѣ, приходя къ Солнцу изъ безконечнаго мірового пространства и разъ обогнувъ Солнце, навсегда покидаютъ нашу солнечную систему.

Если скорость свѣтила въ перигеліи превосходитъ параболическую скорость, то кривая остается не сомкнутою, но имѣетъ форму гиперболы, въ одномъ изъ фокусовъ которой находится Солнце.

На основаніи правилъ механики можно опредѣлить числовыя величины скоростей, при которыхъ свѣтило будетъ описывать различныя коническія сѣченія около Солнца. Если, наприм., на разстояніи 149 милліоновъ километровъ отъ Солнца комета будетъ имѣть скорость хотя немного *большую* 42 километровъ въ секунду, то она опишетъ около Солнца такую кривую, двигаясь по которой и одинъ разъ обогнувъ Солнце, она къ нему болѣе не возвратится. При скорости *меньшей* 42 километровъ въ секунду описанная кривая будетъ сомкнутая. Если при упомянутомъ разстояніи скорость будетъ *равна* 42 километрамъ, комета, вступающая съ этой скоростью въ солнечную систему, опишетъ параболу; если скорость будетъ болѣе сейчасъ указанной, орбита кометы представится гиперболой; наконецъ, если скорость будетъ менѣе 42 километровъ, то комета будетъ двигаться по эллипсу.

Чаще всего наблюдаемыя кометы имѣютъ скорости, столь близко подходящія къ параболическимъ, что трудно рѣшить, какимъ коническимъ сѣченіемъ представляется дѣйствительно описываемая кривая. Для нѣкоторыхъ изъ кометъ по наблюденіямъ получается такой незначительный избытокъ скорости надъ параболическою, что очень трудно сказать, есть ли описываемая кривая гипербола или парабола.

Кометы наблюдаются почти всегда въ теченіе небольшого періода времени около прохожденія ихъ черезъ перигелій. Дуга орбиты, которую проходитъ комета въ теченіе этого короткаго промежутка времени, есть сравнительно малая часть всей орбиты. Внѣ предѣловъ этой дуги комета бываетъ очень удалена отъ Земли, и тогда она не только недоступна простому глазу, но не можетъ быть видима въ сильнѣйшіе телескопы. Очень часто бываетъ трудно рѣшить, какой кривой принадлежитъ малая наблюдаемая дуга орбиты: эллипсу, параболѣ или гиперболѣ. На маломъ пространствѣ около перигелія эти три рода коническихъ сѣченій будутъ почти сливаться между собою, какъ это видно, напр., изъ рисунка 19-го на стр. 50. Раздѣленіе этихъ трехъ кривыхъ или замѣтное отступленіе одной изъ нихъ отъ другой будетъ имѣть мѣсто на такомъ разстояніи отъ Солнца, на которомъ комета становится обыкновенно недоступною наблюденію.

Войдя въ солнечную систему, комета съ опредѣленною скоростью движется по опредѣленному коническому сѣченію, по *дѣйствіемъ*

Рис. 225. Бруксъ.

планетъ одно коническое сѣченіе можетъ быть измѣнено въ другое. Дѣйствіемъ планетъ скорость кометы можетъ быть или увеличена, или уменьшена. Предположимъ, что комета вступила въ солнечную систему съ параболическою скоростью. Если совокупнымъ дѣйствіемъ планетъ эта скорость будетъ увеличена, то, удаляясь отъ Солнца болѣе чѣмъ съ параболическою скоростью, комета никогда болѣе не возвратится къ перигелію своей орбиты и будетъ двигаться по гиперболѣ. Если совокупнымъ дѣйствіемъ планетъ параболическая скорость будетъ уменьшена, то парабола обратится въ болѣе или менѣе растянутый эллипсъ и на болѣе или менѣе значительное время, если не навсегда, комета останется въ солнечной системѣ и будетъ періодически возвращаться къ перигелію своей орбиты. По большей части это уменьшеніе параболической скорости бываетъ такъ мало, что посредствомъ наблюденій очень трудно рѣшить, движется ли комета по параболѣ или по эллипсу. Если случайно комета проходитъ близко отъ какой-либо большой планеты, напр. отъ Юпитера, то уменьшеніе скорости можетъ быть такъ значительно, что комета измѣнитъ параболическій путь на эллиптическій съ малымъ временемъ обращенія и сдѣлается постояннымъ членомъ солнечной системы. Можетъ произойти и совершенно обратное явленіе,—можетъ случиться, что раньше несомнѣнно періодическая комета отъ дѣйствія большой планеты получитъ такое приращеніе скорости, при которомъ

Рис. 226. Левисъ Свифтъ.

эллипсъ преобразуется въ разомкнутую кривую, и комета будетъ выброшена изъ солнечной системы. Гигантъ нашей солнечной системы, Юпитеръ, своимъ могущественнымъ вліяніемъ вовлекъ въ солнечную систему цѣлую семью планетъ, о многочисленности которой можно отчасти составить представленіе по рисунку 224-му.

Такъ какъ пути кометъ имѣютъ форму весьма растянутыхъ эллипсовъ, или параболическую форму, то наблюдать и видѣть кометы можно только тогда, когда онѣ находятся на сравнительно недалекомъ разстояніи отъ Солнца. И притомъ мы видимъ только тѣ кометы, перигеліи которыхъ находятся или внутри земной орбиты, или немного далѣе ея. Вотъ почему, несмотря на весьма вѣроятную справедливость словъ Сенеки и Кеплера, что кометъ въ пространствѣ столько, сколько рыбъ въ океанѣ, мы видимъ сравнительно небольшое число ихъ.

По историческимъ указаніямъ можно заключить, что за время, напр., отъ Рождества Христова и до нашихъ дней простому глазу было доступно около 500 кометъ. Кромѣ того, послѣ изобрѣтенія подзорныхъ трубъ наблюдалось свыше 200 такъ называемыхъ телескопическихъ кометъ (т. е. видимыхъ только въ телескопы). Слѣдуетъ замѣтить однако, что съ каждымъ годомъ число наблюдаемыхъ кометъ возрастаетъ. Съ одной стороны, усовершенствовались пріемы и орудія наблюденій, съ другой — поисками кометъ занято большее число лицъ, чѣмъ прежде. Изъ знаменитыхъ кометоискателей новѣйшаго времени заслуживаютъ упоминанія проф. Бруксъ и Левисъ Свифтъ въ Америкѣ. Называютъ кометы обыкновенно по имени перваго открывшаго ее лица, и вичислено уже не менѣе 300 кометныхъ орбитъ, при чемъ нѣсколько десятковъ кометъ оказались періодическими.

Переходя къ вопросу о строеніи кометъ, надо замѣтить, что вопросъ этотъ до сихъ поръ во многихъ отношеніяхъ окруженъ загадочностью. Но тѣмъ болѣе заманчивости и интереса представляетъ онъ для науки, сдѣлавшей въ этой области въ послѣднее время удивительнѣйшія завоеванія. Новый языкъ вселенной — спектральный анализъ и фотографія, какъ всюду, такъ и здѣсь, оказали могущественную помощь.

Какъ видимыя простымъ глазомъ, такъ и телескопическія кометы кажутся обыкновенно состоящими изъ *трехъ* частей. Нельзя, однако, считать ихъ чѣмъ-то отличнымъ и отдѣльнымъ другъ отъ друга, такъ какъ онѣ постепенно переходятъ одна въ другую.

Прежде всего бросается въ глаза самая свѣтлая часть кометы, кажущаяся болѣе или менѣе яркой звѣздой. Это *ядро* кометы. Ядро окружено обыкновенно *оболочкой*, свѣтъ которой ослабѣваетъ къ наружному краю.

Ядро и оболочка (или кома) составляютъ вмѣстѣ *голову* кометы. Непосредственно отъ головы тянется *хвостъ* (или *коса*), который можетъ быть самой различной длины. Иногда онъ тянется огромной дугой по небу, иногда же совсѣмъ коротокъ. Возлѣ самой головы хвостъ сравнительно узокъ и ярокъ, но по мѣрѣ удаленія расширяется и постепенно ослабѣваетъ въ свѣтѣ, такъ что нельзя прослѣдить, гдѣ собственно онъ оканчивается. Вслѣдствіе такой формы хвоста не удивительно, что мы читаемъ и слышимъ сравненія кометы съ метлой, мечомъ, вѣеромъ, опахаломъ и т. д.

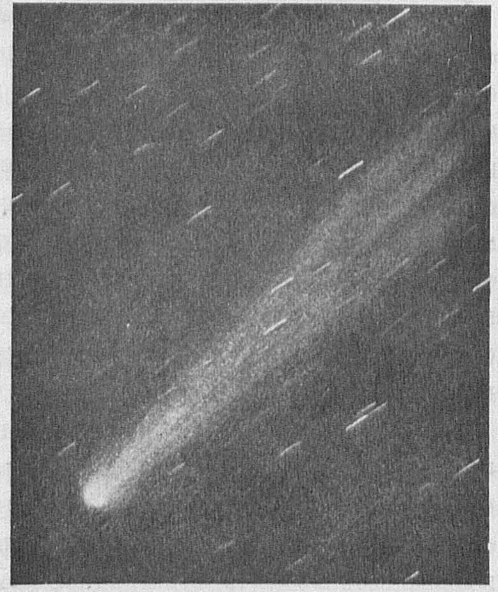


Рис. 227. Фотографія кометы 1905*c* (Jiacobini). Снимокъ даетъ понятіе, какъ фотографируются кометы. Аппаратъ слѣдитъ за движеніемъ кометы болѣе или менѣе продолжительное время, смотря по ея яркости. Сосѣднія съ кометой звѣзды оставляютъ на пластинкѣ слѣды въ видѣ черточекъ вслѣдствіе своего суточнаго движенія, вообще не совпадающаго съ направленіемъ движенія кометы.

На значительномъ разстояніи отъ Солнца, когда возможны наблюденія только въ телескопъ, всякая почти комета представляется сначала въ видѣ однообразной безформенной туманной массы. Съ приближеніемъ къ Солнцу изъ общей массы сначала начинаетъ выдѣляться болѣе или менѣе рѣзко очерченное ядро, а затѣмъ развивается и хвостъ. Приходится, впрочемъ, изрѣдка наблюдать и такія весьма слабыя телескопическія кометы, которыя даже въ перигеліи своей орбиты остаются просто безформенными туманными массами.

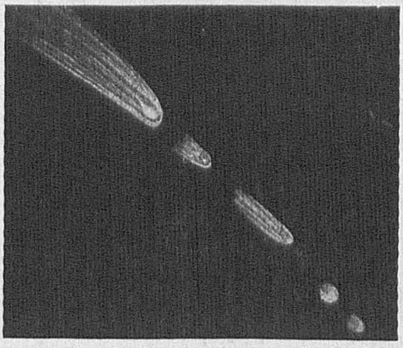


Рис. 228. Распадъ кометы 1889 *V* по рисунку Брукса.

Уже давно замѣчено, что хвосты кометы *всегда* направлены въ сторону, *противоположную* Солнцу. Такъ что комета, которая въ видимомъ суточномъ движеніи свода небеснаго слѣдуетъ за Солнцемъ, заходитъ сначала головой, а потомъ уже скрывается ея хвостъ. Комета же, которая восходитъ передъ Солнцемъ, поднимается хвостомъ вверхъ.

Чѣмъ больше приближается комета къ Солнцу, тѣмъ быстрѣе, вообще, измѣняется ея видъ. Предполагаютъ, что такому измѣненію способствуютъ главнымъ образомъ три условія: 1) малое сцѣпленіе частицъ кометнаго вещества, 2) большая скорость движенія вблизи перигелія орбиты и 3) разлагающая, неизвѣстная по существу сила, дѣйствующая отъ Солнца на комету. Вліяніе этой силы бываетъ всегда тѣмъ болѣе, чѣмъ менѣе линейное разстояніе перигелія кометы отъ Солнца. Подъ дѣйствіемъ этой силы первоначально довольно плотная масса кометы нерѣдко принимаетъ громадные размѣры. Въ этомъ отношеніи замѣчательна большая комета 1811 года, голова которой представлялась болѣе самого Солнца.

Приближаясь къ Солнцу, кометы нерѣдко представляютъ такое измѣненіе вида, которое можетъ быть названо *разложеніемъ*. Иногда комета распадается на части, которыя постепенно распредѣляются вдоль орбиты. Въ существованіи такихъ продуктовъ распаденія нерѣдко есть возможность убѣдиться наглядно. Замѣчательный случай распаденія на двѣ значительныя части, сформировавшіяся потомъ въ отдѣльныя кометы, представляла комета Біелы; это распаденіе произошло въ 1846 г. на глазахъ у астрономовъ. Другой, нѣсколько подобный этому случай представляла большая сентябрьская комета 1882 года. Значительныя отдѣлившіяся отъ нея части наблюдались многими астрономами. Случай распаденія представляла также комета Брукса въ 1889 году и др.

При приближеніи къ Солнцу голова кометы (вѣроятно, вслѣдствіе огромнаго солнечнаго жара и другихъ неизвѣстныхъ достовѣрно причинъ) претерпѣваетъ сильныя измѣненія въ своей формѣ; при чемъ изъ ядра ея исходятъ два истеченія кометнаго вещества. Часть этой кометной матеріи, отдѣлившейся отъ ядра, движется по той же орбитѣ, какъ сама комета, другая же часть *отталкивается* въ хвостъ. Первая матерія даетъ начало явленіямъ такъ называемыхъ метеорныхъ потоковъ, о которыхъ будетъ рѣчь дальше, а вторая, очевидно, невообразимо разрѣженная и тонкая даетъ начало явленію кометныхъ хвостовъ (косъ). Такъ какъ вопросъ о происхожденіи, строеніи и формѣ кометныхъ хвостовъ получилъ въ кометной астрономіи особую важность, то, не боясь впасть въ повторенія, прослѣдимъ еще разъ подробнѣе за ходомъ развитія этого хвоста, какъ онъ рисуется по наблюденіямъ.

Открываемая на большомъ разстояніи отъ Солнца, комета представляется обыкновенно сначала небольшою однообразной туманностью, по большей части круглой формы. Иногда, впрочемъ, эта туманная масса имѣетъ довольно опредѣленныя границы. Такую фигуру равновѣсія принимаютъ всѣ тѣла, частицы которыхъ не находятся подъ вліяніемъ внѣшнихъ силъ, а только взаимно притягиваются. Въ центрѣ этой круглой туманности иногда замѣчается болѣе свѣтлая точка, которую называютъ ядромъ кометы. Около ядра туманность представляется болѣе плотной, чѣмъ на краяхъ. Позже, когда комета приближается къ Солнцу, эта фигура мало-по-малу удлиняется, затѣмъ начинаетъ расплываться въ двухъ направленіяхъ по радіусу-вектору (т. е. по линіи, соединяющей центръ Солнца и центръ ядра кометы), при этомъ начинается разложеніе ядра. Продукты разложенія головы или первоначальной туманности, вмѣсто того, чтобы распредѣляться по орбитѣ, отталкивательной силой Солнца *гонятся въ сторону противоположную отъ Солнца*. Этимъ начинается образованіе кометнаго хвоста, который постепенно развивается и, спустя нѣкоторое время послѣ прохожденія кометы черезъ перигелій, достигаетъ наибольшей длины. Затѣмъ видоизмѣненія кометы происходятъ въ обратномъ порядкѣ. Хвостъ постепенно уменьшается и исчезаетъ, комета еще остается нѣкоторое время удлиненною въ направленіи радіуса-вектора, но потомъ опять принимаетъ сферическую форму и, наконецъ, скрывается изъ нашихъ глазъ.

Мы говоримъ, что хвостъ кометы, въ его частяхъ, ближайшихъ къ ядру, направленъ по радіусу-вектору. Въ этомъ можно было бы легко убѣдиться непосредственно, если бы мы могли видѣть кометы днемъ, при Солнцѣ, но подобныя случаи бываютъ весьма рѣдко. Обыкновенно кометы видны ночью, когда Солнце находится подъ горизонтомъ, но и въ этомъ случаѣ всегда вѣрно возможно указать то направленіе, въ которомъ въ данное время находится Солнце. Если затѣмъ на воображаемой небесной сферѣ провести мысленно большой кругъ черезъ ядро кометы и центръ Солнца, то увидимъ, что хвостъ, по крайней мѣрѣ въ его началѣ, будетъ расположенъ по дугѣ этого большого круга. Въ дальнѣйшихъ отъ ядра частяхъ хвостъ кометы нерѣдко сильно искривляется и при этомъ постепенно отклоняется отъ упомянутой дуги въ сторону, *противоположную движенію* кометы.

Итакъ, при образованіи хвоста, туманное вещество кометы отталкивательной силой Солнца непрерывно уносится отъ ядра въ безконечность пространства, но само ядро продолжаетъ двигаться около Солнца по законамъ Кеплера, не взирая на непрерывное истеченіе изъ него вещества.

Изъ чего же, спрашивается, состоятъ эти кометныя туманности? Откуда являются онѣ, что съ ними дѣлается впослѣдствіи? Почему все притягивающее къ себѣ Солнце *отталкиваетъ* тѣ вещества которыя образуютъ кометные хвосты? Разсмотримъ, какіе отвѣты даетъ на эти вопросы современная наука.

Прежде всего съ полной достовѣрностью можно утверждать, что туманности, составляющія оболочку кометнаго ядра, чрезвычайно разрѣжены. Чрезвычайно малая плотность ихъ доказывается тѣмъ, что даже мельчайшія звѣзды безъ ослабленія блеска видимы черезъ хвосты кометъ, хотя эти хвосты нерѣдко имѣютъ весьма значительную толщину. На землѣ самый легкій туманъ, разстилающійся надъ поверхностію слоемъ въ нѣсколько сотенъ метровъ толщины, можетъ скрывать отъ нашихъ глазъ не только звѣзды и Луну, но и самое Солнце. Слѣдовательно, водяные пары, которые плаваютъ въ воздухѣ и образуютъ туманъ на Землѣ, составляютъ собою среду, несравненно болѣе плотную, чѣмъ вещество кометныхъ хвостовъ. Это не должно никого удивлять, такъ какъ извѣстно, что матерія, поставленная въ извѣстныя условія, становится дѣлимою до безконечности, но и въ этомъ крайне разрѣженномъ состояніи всетаки способна дѣйствовать на наши чувства и быть доступной зрѣнію.

Испареніе въ пустомъ небесномъ пространствѣ происходитъ, конечно, несравненно легче и быстрѣе, чѣмъ въ нашей земной атмосферѣ. Представимъ, напр., что хлопокъ снѣга перенесенъ въ междупланетное пространство и подвергся вліянію солнечныхъ лучей. Подъ дѣйствіемъ теплоты Солнца, образовавшіеся изъ хлопка пары быстро устремятся въ пустоту, но, незащищенные отъ охлажденія плотной средой, какова наша атмосфера, эти пары быстро обратятся въ туманъ болѣе или менѣе густой и займутъ значительное пространство. Каждая замерзшая частица этого тумана сдѣлается подобной первоначальному хлопку и подъ вліяніемъ Солнца представитъ собою новый центръ образованія паровъ и вторичнаго тумана. Такимъ образомъ въ концѣ извѣстнаго времени огромное пространство наполнится чрезвычайно тонкимъ туманомъ. Среда, такимъ образомъ возникшая и состоящая изъ тончайшихъ замерзшихъ частицъ, почти неспособна удерживать солнечную теплоту и не будетъ преломлять лучи свѣта, но при всемъ томъ, если она будетъ имѣть достаточную толщину, то на черномъ фонѣ неба она должна выдѣляться въ видѣ бѣловато-мутнаго пятна.

Когда комета приближается къ Солнцу, то разлагающая сила послѣдняго постепенно отрываетъ, такъ сказать, отъ кометы нѣкоторыя части. При этомъ тѣ парообразныя кометныя частицы, которыя способны испаряться, попадая въ пустое пространство, могутъ преобразоваться въ необычайно тонкія туманности и именно такъ, какъ только что объяснено выше на примѣрѣ хлопка снѣга.

Но почему же эти туманности *убѣгаютъ* отъ Солнца въ противоположную сторону и образуютъ хвостъ, направленный приблизительно по радіусу-вектору кометы, а не какъ либо иначе? Такое именно уклоненіе хвоста указываетъ на дѣйствіе отъ Солнца какой-то силы, по характеру своему прямо противоположной притяженію, при чемъ эта сила проявляется только на тѣлахъ, находящихся въ состояніи самаго крайняго разрѣженія. Сила эта разбрасываетъ матерію хвоста на гигантскія разстоянія, такъ какъ хвосты кометъ простираются иногда на 100, 200 и болѣе милліоновъ верстъ. Понятіе о свойствахъ этой силы можетъ дать изученіе фигуры кометныхъ хвостовъ.

Здѣсь мы подошли къ одной изъ замѣчательнѣйшихъ гипотезъ въ области кометной астрономіи, — мы подошли къ *теоріи кометныхъ формъ*, созданной и разработанной русскимъ астрономомъ Ѳ. А. Бредихинымъ (1831—1904).

Изслѣдованія знаменитаго астронома, касающіяся только этого предмета, представляютъ два объемистыхъ тома и доступны для чтенія, конечно, спеціалистамъ. На этихъ страницахъ мы скажемъ о теоріи кометныхъ формъ только то, что безъ ущерба для существа доступно для каждаго читателя.

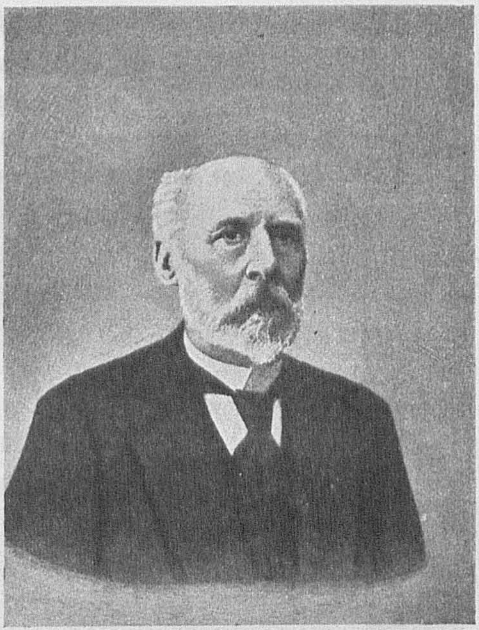


Рис. 229. Ѳ. А. Бредихинъ.

То, что хвостъ кометы обращенъ всегда въ сторону, противоположную отъ Солнца, было замѣчено уже давно. Точно также было доказано, что ось хвоста лежитъ въ плоскости кометнаго пути (орбиты). Изслѣдованіями (а также вычисленіями) о положеніи хвоста относительно прямой, проведенной отъ Солнца къ кометѣ (радіуса-вектора), также скоро было установлено, что хвостъ почти всегда отклоненъ отъ продолженнаго радіуса-вектора въ ту сторону, *откуда* движется комета; хвостъ отстаетъ отъ продолженнаго радіуса-вектора, какъ отстаетъ дымъ парохода въ тихую погоду отъ продолженнаго вверхъ направленія дымовой трубы.

Хвостъ не только отстаетъ отъ продолженнаго радіуса-вектора, онъ также *изогнутъ* въ ту сторону, откуда движется комета. Онъ является вообще въ видѣ болѣе или менѣе быстро расширяющагося рога, на-подобіе опять таки того дыма, который тянется за движущимся пароходомъ (см. рис. 230).

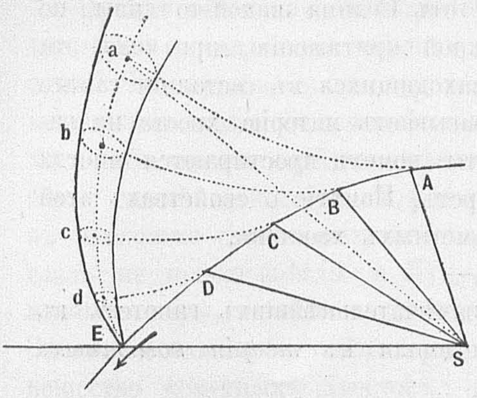


Рис. 230. Схематическое изображеніе явленія образованія кометнаго хвоста.

Можно отмѣтить сходство не только въ внѣшней формѣ, но также и въ самомъ процессѣ образованія. Хвостъ не придатокъ, неизмѣнно связанный съ головой; онъ состоитъ изъ мелкихъ частичекъ тончайшей матеріи, выбрасываемыхъ нѣкоторой силой и разсѣивающихся въ пространствѣ; его составъ постоянно мѣняется: однѣ частицы отстаютъ все дальше и дальше, на ихъ мѣсто появляются новыя. Только при такомъ воззрѣніи на хвостъ становится понятнымъ то явленіе, что, несмотря на огромную быстроту движенія кометы въ наиболѣе близкомъ ея разстояніи отъ Солнца, хвостъ не перестаетъ направляться по радіусу-вектору, не разлетается въ пространствѣ, а какъ бы вращается около Солнца. Часто громадныя перемѣщенія хвоста совершаются въ теченіе нѣсколькихъ часовъ, какъ, напримѣръ, въ кометѣ 1843 года, которая, обѣгая по своей орбитѣ вокругъ Солнца, обогнула его не болѣе, какъ въ 2 часа. Конецъ хвоста, если бы онъ былъ неразрывно связанъ съ головой кометы, долженъ былъ бы описать огромную дугу съ невѣроятной скоростью. Онъ не могъ бы уцѣлѣть при такомъ перемѣщеніи. Но на самомъ дѣлѣ такого перемѣщенія и нѣтъ, оно только кажущееся. Хвостъ послѣ перигелія уже не тотъ по составу, что былъ до прохожденія черезъ эту точку: онъ составленъ уже изъ другихъ частицъ.

Подобіе между кометнымъ хвостомъ и дымомъ движущагося парохода, впрочемъ, неполное. Частицы дыма вслѣдствіе сопротивленія воздуха скоро теряютъ скорость поступательнаго движенія парохода и только поднимаются вверхъ; въ кометѣ соотвѣтствующая скорость остается, потому что нѣтъ сопротивляющейся среды; эта скорость поступательнаго движенія, слагаясь съ силой, выбросившей частицу, заставитъ ее двигаться не по прямой линіи, а по кривой—гиперболѣ.

Рис. 230-й передаетъ общую картину образованія кометнаго хвоста. Клубъ вещества, выброшенный кометой въ то время, когда она находилась въ точкѣ *A*, пошелъ по вѣтви гиперболы *Aa* и дошелъ до точки *a*, пока ядро кометы перемѣстилось до *E*. Клубъ вещества, выброшеннаго въ *B*, пошелъ по гиперболѣ въ *Bb* и т. д.

Есть наблюденія, которыя прямо указываютъ, что изъ ядра кометы подъ разлагающимъ дѣйствіемъ солнечныхъ лучей, выбрасывается матерія. Робертъ Гукъ, наблюдая кометы 1680 и 1682 г.г., пришелъ къ убѣжденію, что изъ ядра кометы, съ той части его поверхности, которая обращена къ Солнцу, происходитъ непрерывное истеченіе легкихъ частичекъ. Частицы эти идутъ сначала по направленію къ Солнцу, потомъ загибаютъ назадъ и откидываются въ хвостъ. Въ кометѣ 1682 г. Гевелій видѣлъ изогнутую въ видѣ запятой свѣтлую полоску, выходящую изъ ядра, но это наблюденіе въ то время сочли за оптическій обманъ. Между тѣмъ съ теченіемъ времени наблюденій такихъ запятыхъ, такихъ свѣтлыхъ истеченій изъ ядра сначала по направленію къ Солнцу, а потомъ загибающихся въ хвостъ, накопляется все болѣе и болѣе. Нѣкоторыя истеченія были особенно рѣзки, опредѣленны и продолжительны, напримѣръ истеченія въ кометѣ 1744 и 1762 гг., въ кометѣ Галлея при ея появленіи въ 1835 году, блестящей кометѣ 1853 года, въ кометѣ Энке при ея появленіи въ 1848 и 1872 гг., въ кометѣ Донати и пр.

Очевидно, подъ дѣйствіемъ солнечныхъ лучей вещество кометы разлагается, матерія изливается изъ ядра по направленію къ Солнцу, потомъ, постепенно разрѣжаясь, все болѣе и болѣе уносится назадъ въ хвостъ. Она обтекаетъ ядро. Непосредственно за нимъ остается пустое пространство. Хвостъ есть полый *коноидъ*, — это родъ трубки,—рогъ пустой внутри. Наблюденія непосредственно указываютъ на это. Средина хвоста у яркихъ кометъ почти совершенно темная.

Кеплеръ первый высказалъ предположеніе, что кометные хвосты состоятъ изъ матеріи, отторгнутой солнечными лучами. Въ гипотезу Кеплера были внесены нѣкоторыя дополненія, и въ этомъ видѣ она все болѣе и болѣе начинаетъ брать перевѣсъ надъ другими. Эйлеръ, Пингре, Лапласъ, Деламбръ и др. считаютъ ее наиболѣе вѣроятной.

Наблюденія надъ большой кометой 1811 года привели Оль-

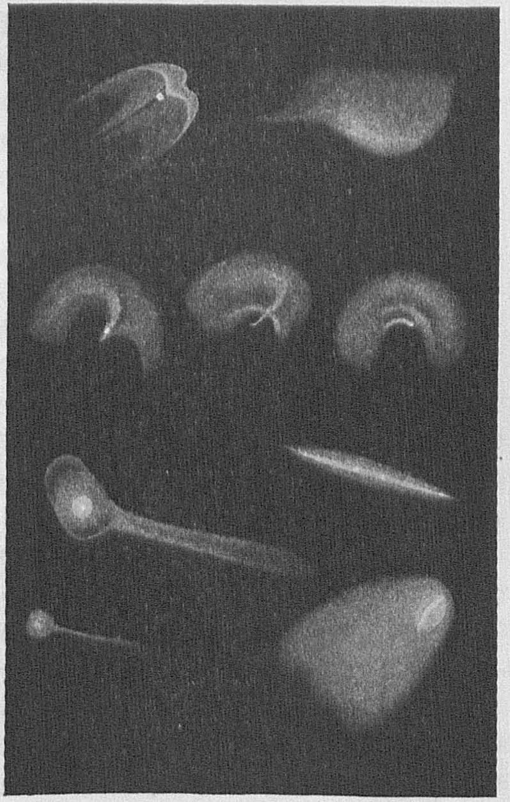


Рис. 231. Формы головъ различныхъ кометъ по рисункамъ отъ 30-хъ до 80-хъ годовъ прошлаго столѣтія.

берса къ предположенію, что пары, развиваемые кометой и ея атмосферой, отталкиваются какъ самимъ ядромъ, такъ и Солнцемъ, и что такія отталкивательныя силы дѣйствуютъ, вѣроятно, обратно пропорціонально квадратамъ разстояній, т. е. по тому закону, которому подчинено ньютоновское притяженіе.

Брандесъ, допуская такъ же, какъ и Ольберсъ, что матерія отталкивается въ хвостъ какъ Солнцемъ, такъ и самой кометой, развилъ способъ, дающій возможность теоретически построить хвостъ кометы. Его вычисленія въ общемъ видѣ оказались согласными съ тѣмъ, что давали наблюденія.

Но болѣе полно и точно изслѣдовалъ вопросъ объ опредѣленіи вида и положенія хвоста по данному закону и величинѣ отталкивательной силы (и наоборотъ) Бессель. Допуская, что отталкивательная сила дѣйствуетъ обратно пропорціонально квадратамъ разстояній, онъ по наблюденіямъ кометы Галлея нашелъ, что величину этой силы на разстояніи Земли отъ Солнца нужно взять почти въ два раза больше величины притяженія на томъ же разстояніи. Вычисленное съ этимъ значеніемъ отталкивательной силы положеніе хвоста, его форма, искривленіе и расширеніе оказались согласными съ тѣмъ, что давали наблюденія.

Бессель опредѣлилъ и скорость истеченія кометной матеріи изъ ядра къ Солнцу: она оказалась равной почти верстѣ въ секунду. Истеченіе къ кометѣ Галлея представляло весьма любопытное явленіе. Оно, какъ оказалось, не сохраняло своего направленія, а колебалось, какъ маятникъ, около радіуса-вектора. Подобное наблюдалось и въ другихъ кометахъ, особенно явственно въ кометѣ Донати (см. ниже). Эти колебанія не что иное, какъ эффектъ реакціи при истеченіи матеріи изъ ядра, подобно отдачѣ ракеты, ружья. Бессель показалъ также, что вещество, изливающееся къ Солнцу, должно больше переливаться въ передній край хвоста—вотъ почему у многихъ кометъ передній край хвоста и оказывается свѣтлѣе, чѣмъ задній. Но физическое объясненіе отталкивательной силы у Бесселя сложно. Онъ назвалъ ее *полярной*, не соединяя съ этимъ названіемъ никакого опредѣленнаго представленія о свойствахъ или природѣ ея. Цельнеръ старался замѣнить полярную силу просто электричествомъ Солнца, которое дѣйствуетъ на вещество кометы, получающей при приближеніи къ Солнцу электрическій зарядъ.

Вопросъ о природѣ отталкивательной силы Солнца, конечно, весьма интересенъ, но для объясненія механическаго образованія кометныхъ хвостовъ и различныхъ подробностей въ ихъ строеніи бо́льшее значеніе имѣетъ математическій законъ дѣйствія этой силы и ея величина. Такъ, не зная собственно физической сущности невѣдомой, загадочной силы всемірнаго тяготѣнія, астрономы сумѣли разобраться во всѣхъ запутанныхъ движеніяхъ небесныхъ тѣлъ, объяснили почти со всѣми мельчайшими подробностями ихъ взаимодѣйствіе другъ на друга. Подобно этому и въ кометныхъ явленіяхъ, оставля безъ вниманія физическую сущность солнечнаго отталкиванія, можно изслѣдовать движеніе вѣсомыхъ частицъ матеріи, подчиненныхъ силамъ притяженія и и отталкиванія Солнца, дѣйствующимъ по одному и тому же закону— обратно пропорціонально квадратамъ разстояній, но различныхъ по величинѣ.

Въ предѣлахъ такой задачи и повелъ дальше изслѣдованія кометныхъ явленій Ѳ. А. Бредихинъ. Обобщивъ и дополнивъ формулы Бесселя, Бредихинъ занялся сначала изысканіями, какую форму должно имѣть очертаніе головы кометы, представляющей обертку истеченій, отброшенныхъ въ хвостъ. Онъ нашелъ, что это будетъ парабола. А наблюденія какъ разъ для большихъ кометъ подтверждаютъ такую параболическую форму головы.

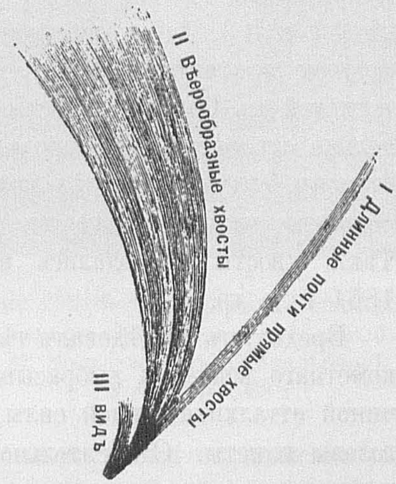


Рис. 232. Виды (типы) кометныхъ хвостовъ по Бредихину.

Бредихинъ опредѣлялъ также *величины* отталкивательныхъ силъ, подъ дѣйствіемъ которыхъ могли образоваться хвосты всѣхъ наиболѣе точно наблюдавшихся яркихъ кометъ. Онъ пришелъ при этомъ къ замѣчательному выводу, что числовыя значенія этихъ отталкивательныхъ силъ могутъ быть разбиты на *три группы*, что встрѣчаются только три опредѣленныхъ типа хвостовъ, формы которыхъ различны въ зависимости отъ значеній отталкивательной силы. Вслѣдъ затѣмъ онъ опредѣлилъ наиболѣе вѣроятныя значенія отталкивательной силы въ каждой такой группѣ.

Хвосты перваго типа образовались подъ дѣйствіемъ отталкивательной силы, которая по абсолютной величинѣ въ 18 разъ больше силы ньютоновскаго притяженія для того же разстоянія отъ Солнца. Эта сила съ значительной быстротой гонитъ частицы излившагося изъ ядра вещества по вѣтви гиперболы, выпуклой къ Солнцу. Получается хвостъ, лишь немного отклоненный отъ продолженнаго радіуса-вектора, прямой и часто очень длинный. Кометы 1811, 1843, 1874 гг., комета Галлея и многія другія имѣли хвосты такого рода.

Хвосты второго типа болѣе отклонены отъ радіуса-вектора, изогнуты, рогомъ часто ярки, въ общемъ короче и значительно шире хвостовъ перваго типа. Примѣромъ можетъ служить главный хвостъ кометы Донати (см. ниже). Другой хвостъ этой кометы—слабый и прямой—принадлежитъ къ первому типу. Величина отталкивательной силы, которая создаетъ такой хвостъ, колеблется въ предѣлахъ 2,2 и 0,5 ньютоновскаго притяженія.

Для хвостовъ этого типа можетъ встрѣтиться любопытный случай движенія частицы изъ ядра по прямой линіи въ силу инерціи (когда сила притяженія при нѣкоторой начальной скорости уравновѣшивается съ силой отталкиванія).

Хвосты третьяго типа развиваются подъ дѣйствіемъ силы, которая составляетъ одну пятую часть ньютоновскаго притяженія: предѣлы ея 0,1 и 0,3. Здѣсь собственно происходитъ только ослабленіе обыкновеннаго притяженія. Поэтому частицы движутся по вѣтви гиперболы, вогнутой къ Солнцу. Хвосты очень коротки, широки, слабы и значительно отклонены отъ продолженнаго радіуса-вектора (конечно, въ ту сторону, откуда движется комета); они встрѣчаются у свѣтлыхъ кометъ большею частью только въ соединеніи съ хвостами другихъ типовъ. Такіе хвосты наблюдались въ кометѣ Галлея, въ блестящей кометѣ 1861 г. и др.

Бредихинъ изслѣдовалъ тѣ начальныя скорости, съ которыми частицы кометнаго вещества выбрасываются изъ ядра и которыя вмѣстѣ съ величиной отталкивательной силы обусловливаютъ, между прочимъ, размѣры головы кометы. Относительно этихъ скоростей онъ нашелъ, что для каждаго типа эти скорости тоже въ извѣстныхъ предѣлахъ постоянны. Для хвостовъ перваго типа скорость равняется въ среднемъ $6^1/_2$ километрамъ, для второго типа $1^1/_2$ километрамъ, для третьяго отъ 300 до 600 метровъ въ секунду. Естественный вопросъ всталъ, дальше, передъ неутомимымъ изслѣдователемъ: какая же причина того, что въ различныхъ случаяхъ различна начальная скорость изверженія изъ ядра и различна отталкивательная сила?

Въ распоряженіи астрономовъ нынѣ есть могущественное средство наблюденія—*спектральный анализъ*, позволяющій судить, какія изъ извѣстныхъ химіи простыхъ тѣлъ (иначе говоря—*элементовъ*) входятъ въ составъ отдаленнѣйшихъ самосвѣтящихся небесныхъ тѣлъ. Каждый изъ химическихъ элементовъ имѣетъ свой собственный, только ему принадлежащій (такъ называемый молекулярный) вѣсъ. Бредихинъ сопоставилъ наблюденныя величины отталкивательныхъ силъ съ этими молекулярными вѣсами такъ, что наибольшему значенію этой силы соотвѣтствовалъ наименьшій молекулярный вѣсъ. У него получилась таблица, показывающая, какія извѣстныя намъ вещества могутъ входить въ составъ каждаго типа кометныхъ хвостовъ.

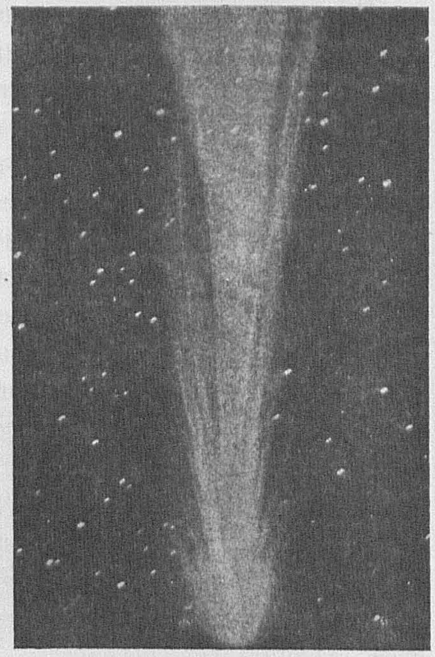


Рис. 233. Фотографическій снимокъ кометы Морхауза, сдѣланный М. Вольфомъ въ Гейдельбергѣ 16 ноября 1908 г.

Оказывается, что хвосты I-го типа состоятъ изъ *водорода,* въ составъ хвостовъ II-го типа могутъ входить *углеводороды, металлоиды и легкіе металлы,* въ хвосты III-го типа—*тяжелые металлы.*

Кометы, имѣющія различный составъ, разовьютъ при приближеніи къ Солнцу и различные хвосты, по скольку элементы, входящіе въ нихъ, успѣютъ разложиться подъ дѣйствіемъ солнечныхъ лучей. Понятно, что третій типъ хвостовъ долженъ встрѣчаться рѣже и притомъ большею частью въ соединеніи съ другими хвостами, состоящими изъ частичекъ такихъ веществъ, которыя разлагаются болѣе легко. Важно только согласовать эту гипотезу съ тѣмъ, что даетъ непосредственно спектроскопъ. До 1882 г. знали, что спектръ кометъ состоитъ изъ трехъ свѣтящихся полосъ, которыя по своему положенію очень схожи съ полосами въ спектрахъ углеводородовъ, раскаленныхъ и свѣтящихся подъ дѣйствіемъ электрическаго разряда. Гипотеза Бредихина допускала составъ кометъ въ общемъ гораздо сложнѣе, поэтому нѣкоторыми учеными она была встрѣчена скептически. Но вотъ въ кометѣ Wells'a (1882 I-й) несомнѣнно былъ найденъ натръ, а въ спектрѣ большой кометы этого же года, 1882 II-й, видѣли также линіи натра и даже линіи желѣза. Эта комета подходила очень близко къ Солнцу и имѣла хвосты всѣхъ трехъ типовъ.

Такимъ образомъ гипотеза Бредихина получила подтвержденіе. Но главное значеніе его изслѣдованій заключается въ томъ, что онъ могъ на основаніи механическихъ началъ изъяснить *мелкія* подробности въ строеніи кометъ и ихъ хвостовъ.

Фотографія обнаруживаетъ часто въ кометахъ прерывность хвоста, его волнистыя очертанія, оторванныя облака, фигуры въ видѣ греческой буквы «*гаммы*» и т. д. *Механическая теорія кометныхъ формъ,* признающая всѣ эти истеченія и хвосты состоящими хотя и изъ крайне разрѣженной, но *вѣсомой* матеріи, объясняетъ эти явленія и учитываетъ ихъ въ числахъ.

Но та же безпристрастная и отмѣчающая малѣйшія детали явленія фотографическая пластинка обнаружила нынѣ въ строеніи и образованіи кометныхъ хвостовъ такія подробности, которыя пока не укладываются въ теорію Бредихина, какъ бы ни изящна и привлекательна она ни была сама по себѣ. Въ этомъ отношеніи въ особенности замѣчательна комета, открытая американскимъ астрономомъ Морхаузомъ (Morehouse) въ 1908 году (комета 1908 *c* см. рис. 233 и 234) спустя 4 года послѣ смерти Бредихина. Комета эта прошла черезъ перигелій 25 декабря 1908 г. и до этого времени наблюдалась при очень благопріятныхъ условіяхъ на многихъ обсерваторіяхъ сѣвернаго полушарія. При открытіи яркость ея была 9-й величины, но потомъ увеличилась и въ срединѣ ноября достигла $5^1/_2$ величины. Въ теченіе октября и ноября ее можно было видѣть простымъ глазомъ. Хвостъ былъ виденъ все время; длина его измѣнялась, по визуальнымъ наблюденіямъ, отъ $10'$ до 3—4° (по нѣкоторымъ наблюдателямъ даже до 7°). Фотографіи, полученныя на различныхъ обсерваторіяхъ, показали, что эта комета является самой интересной изъ всѣхъ кометъ послѣдняго времени, несмотря на свою сравнительно небольшую яркость. Голова кометы не отличалась блескомъ; центральное ядро было замѣтно слабо, но хвостъ поражалъ сложностью своего строенія. Такъ, на одной фотографіи Вольфъ (въ Гейдельбергѣ) насчиталъ до 29 отдѣльныхъ полосъ, частью параллельныхъ, частью переплетающихся, и каждая изъ этихъ полосъ казалась состоящей въ свою очередь изъ множества еще болѣе тонкихъ отдѣльныхъ, нитей. Эти свѣтящіяся струи, выходящія изъ головы кометы, обнаруживали замѣчательную волнообразную форму; видъ ихъ и расположеніе постоянно измѣнялись.

Изученіе снимковъ кометы привело Вольфа къ выводу, что истинная форма струй—форма винтовой линіи, при чемъ радіусъ отдѣльныхъ оборотовъ и разстояніе между ними увеличивалось съ разстояніемъ отъ головы кометы. Кромѣ того, вся эта безпорядочная путаница переплетающихся между собой свѣтящихся «лучей»—кажущаяся, а на самомъ дѣлѣ хвостъ кометы состоялъ ихъ трехъ пучковъ лучей; лучи каждаго пучка всѣ лежали рядомъ другъ съ другомъ почти точно въ одной пласкости, а плоскости пучковъ наклонены другъ къ другу; углы между этими плоскостями измѣнялись въ теченіе періода видимости кометы.

Кромѣ этихъ лучей или «струй» отъ головы кометы постоянно отдѣлялись «облака» свѣтящейся матеріи и двигались вдоль хвоста, причемъ скорость ихъ увеличивалась по мѣрѣ удаленія отъ ядра. Изъ наблюденій надъ движеніемъ этихъ облачныхъ массъ Вольфъ вывелъ слѣдующіе результаты: *вблизи головы кометы свѣтящаяся матерія дви-*

галась со скоростью 17—20 километромъ въ секунду (относительно ядра кометы), а на разстояніи 4—5 милліоновъ километровъ отъ ядра скорость ихъ достигала уже 40—50 километровъ. Увеличеніе скорости продолжалось и дальше, но уже не такъ быстро. На разстояніи свыше 10 милліоновъ километровъ скорость достигала 70 км. Всѣ эти скорости—среднія; отдѣльныя облака двигались иногда съ гораздо большими скоростями, доходившими до 160 км. въ секунду.

Спектръ кометы также оказывается очень интереснымъ. Обычный для яркихъ кометъ сплошной спектръ отсутствовалъ или былъ крайне слабъ, что означаетъ, что комета свѣтила почти исключительно собственнымъ свѣтомъ. Свѣтъ этотъ изобиловалъ ультрафіолетовыми лучами, сильно дѣйствующими на фотографическую пластинку; благодаря этому яркость кометы, оцѣниваемая по фотографіямъ, оказывалась гораздо больше, чѣмъ при визуальныхъ наблюденіяхъ. Типичныя для кометнаго спектра углеводородныя линіи не всегда были замѣтны; видна была линія ціана и линія, близкая къ линіи азота при низкомъ давленіи. Но ярче всего выступали три двойныхъ линіи въ голубомъ и фіолетовомъ, замѣченныя въ первый разъ въ кометѣ Даніеля 1907 года. Повидимому, эти линіи принадлежатъ веществу, неизвѣстному на Землѣ.

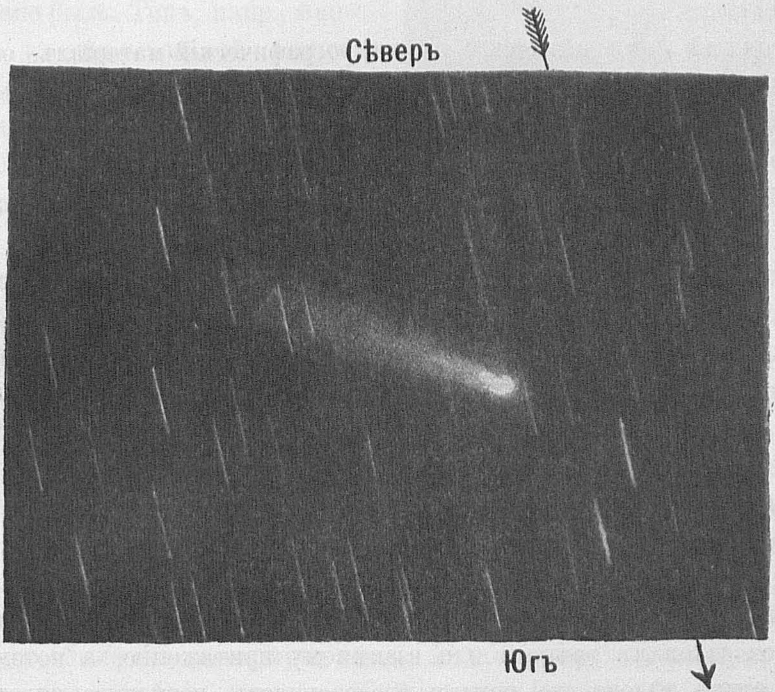


Рис. 234. Комета Морхауза по снимку г. Костинскаго въ Пулковѣ.

Астрономы Деландръ и Барнаръ обращаютъ вниманіе на то обстоятельство, чта линіи различныхъ веществъ въ спектрѣ хвоста различно наклонены. Это указываетъ, по принципу Допплера, на разницу скоростей, съ которыми двигались частицы различныхъ веществъ, выброшенныхъ изъ ядра кометы. Нѣкоторыя изъ свѣтлыхъ линій удалось прослѣдить въ спектрѣ хвоста на разстояніи 8° отъ головы. Оказалось, что спектральныя линіи на этомъ притяженіи искривляются, что можно объяснить, по тому же принципу Допплера, *вращательнымъ движеніемъ* хвоста кометы. Эти результаты спектральнаго анализа находятся въ полномъ согласіи съ данными фотографій Вольфа, который нашелъ, что выброшенная изъ ядра матерія неслась не прямолинейно, а по винтовымъ линіямъ.

Огромный фотографическій и спектрографическій матеріалъ, относящійся къ этой кометѣ, еще не вполнѣ обработанъ. Надо надѣяться, что, когда это будетъ сдѣлано, свѣдѣнія о физической природѣ кометъ существенно и значительно расширятся.

Орбита кометы, по вычисленіямъ Кобольда, оказывается параболической.

Такъ постепенно, шагъ за шагомъ, начиная съ англичанина Галлея, перейдя черезъ творчество нѣмца Бесселя, итальянца Скіапарелли и русскаго Бредихина, шла и развивалась кометная астрономія, вступивъ на вѣрный путь, указанный ей Ньютономъ. Въ результатѣ о строеніи и развитіи этихъ загадочныхъ свѣтилъ можно высказать слѣдующія, повидимому, весьма правдоподобныя заключенія.

Всякая комета есть скопленіе огромнаго количества малыхъ тѣлъ— размѣрами отъ мельчайшихъ пылинокъ до тѣхъ «метеоровъ», которые иногда, какъ увидимъ, падаютъ на Землю. Тѣла, составляющія комету, не скучены, а занимаютъ часто огромное пространство. Всѣ они подчиняются законамъ тяжести или взаимному притяженію, а потому вся группа этихъ тѣлецъ къ центру представляетъ извѣстное уплотненіе, которое представляется намъ *ядромъ* кометы. Можетъ случиться и такъ, что эти маленькія тѣла группируются не возлѣ одного, а возлѣ нѣсколькихъ центровъ, несущихся вмѣстѣ въ пространствѣ. Тогда намъ представится комета съ такъ называемымъ *сложнымъ* ядромъ. Наблюдалось довольно много кометъ съ такими сложными ядрами, служащими доказательствомъ несвязности и дѣлимости кометнаго вещества. Наблюдались также кометы, которыя на глазахъ у астрономовъ дѣлились на двѣ и болѣе частей есть и такія, которыя несомнѣнно обратились въ рои такъ называемыхъ «падающихъ звѣздъ».

Вначалѣ, когда группа тѣлецъ, составляющихъ комету, очень далека отъ Солнца, она не свѣтитъ собственнымъ свѣтомъ. Болѣе разрѣженныя массы, которыя облекаютъ ядро, а также пары, возникающіе изъ вещества кометы, по мѣрѣ ея приближенія къ Солнцу, составляютъ

Рис. 235. П. Н. Лебедевъ.

собою туманную оболочку, или *кóму* ядра. Такимъ составомъ головы можетъ объясняться тотъ фактъ, что черезъ туманныя массы головы бываютъ безъ преломленія видимы звѣзды. Зернистое строеніе ядра и пары, его окружающіе, представляютъ такое состояніе цѣлаго, при которомъ преломленія не должно быть. Такъ, напр., пары, иногда въ значительной степени насыщающіе нашу атмосферу, не увеличиваютъ ея преломляющей способности. Когда комета приближается къ перигелію своей орбиты и подвергается вліянію быстро возрастающей теплоты Солнца, то на сторонѣ ядра, обращенной къ Солнцу, начинается усиленный процессъ испаренія. Малое сцѣпленіе частицъ кометнаго вещества еще болѣе уменьшается притяженіемъ Солнца и изъ ядра устремляется къ Солнцу потокъ разлагающихся паровъ. Очень возможно, что этотъ потокъ паровъ или газовъ подъ вліяніемъ сильнаго солнечнаго жара получаетъ самостоятельную способность свѣтить, и тогда вмѣстѣ съ отраженнымъ отъ Солнца свѣтомъ голова кометы испускаетъ лучи собственнаго свѣта. Это совершенно возможно при тѣхъ разстояніяхъ, на которыя кометы иногда подходятъ къ Солнцу. Извѣстно, напр., что въ перигеліи своей орбиты комета 1680 года была на разстояніи всего 225 000 верстъ отъ поверхности Солнца, а разстояніе кометы 1843 г. отъ Солнца въ перигеліи ея орбиты было не болѣе 135 тысячъ верстъ. При такихъ условіяхъ на поверхности ядра необходимо долженъ развиваться страшный жаръ, разлагающій часть кометнаго вещества до предѣловъ возможнаго распаденія матеріи. На полученное такимъ образомъ крайне разрѣженное вещество начинаетъ дѣйствовать *отталкивательная сила* Солнца и начинается образованіе кометнаго хвоста, или нѣсколькихъ хвостовъ того или иного изъ типовъ.

Но что же это за *«отталкивательная сила»*, о которой въ теоріи кометныхъ формъ приходится столь часто упоминать? Бессель назвалъ ее просто *полярной* силой, не входя въ обсужденіе этого вопроса по существу. Цельнеръ явленіе отталкиванія приписывалъ дѣйствію электрическихъ силъ. Но, быть можетъ, самымъ вѣрнымъ предположеніемъ о природѣ этой силы надо считать мнѣніе, защищаемое русскимъ физикомъ Лебедевымъ и шведскимъ Арреніусомъ, что наблюдаемое отталкиваніе есть не что иное, какъ *лучевое давленіе.*

Еще въ 1746 году знаменитый Эйлеръ высказалъ предположеніе, что *свѣтовыя волны* (лучи) *оказываютъ давленіе на тѣла, на которыя онѣ падаютъ.* Взглядъ этотъ подвергся тогда сильной критикѣ и былъ отброшенъ. Однако въ 1873 году Максвеллъ вывелъ теоретически, что такое давленіе дѣйствительно существуетъ для тепловыхъ лучей, а въ 1876 году Бартоли также теоретически разъяснилъ, что *лучевое давленіе* существуетъ для лучей всякаго рода. Въ послѣдніе года русскій ученый проф. Лебедевъ доказалъ существованіе лучевого давленія рядомъ блестящихъ опытовъ и показалъ его важное значеніе для пониманія многихъ небесныхъ явленій. Очень возможно, что это открытіе сыграетъ весьма значительную роль не въ одной только кометной астрономіи.

Посвятимъ теперь нѣсколько страницъ отдѣльному разсмотрѣнію нѣкоторыхъ наиболѣе замѣчательныхъ въ астрономическихъ лѣтописяхъ кометъ.

Если комета Галлея своимъ періодическимъ возвращеніемъ «оправдала» предвычисленія, сдѣлала знаменитымъ имя потрудившагося надъ разгадкой ея движенія ученаго и, наконецъ, «аккуратнымъ» своимъ появленіемъ къ Солнцу черезъ каждыя 75—79 лѣтъ «радуетъ», если можно такъ выразиться, сердца астрономовъ, то существуютъ кометы и совсѣмъ иного характера. Изъ этихъ послѣднихъ самой замѣчательной надо считать комету *Лекселя.*

Комета эта въ видѣ слабаго туманнаго пятна была открыта астрономомъ Месье въ 1770 году, но черезъ 8 дней послѣ открытія яркость ея возрасла до яркости звѣзды второй величины. Послѣ прохожденія черезъ перигелій у кометы развился небольшой хвостъ. Академикъ Лексель въ Петербургѣ вычислилъ ея орбиту и нашелъ, что кратчайшее разстояніе кометы отъ Солнца въ перигеліи равняется 0,674 средняго разстоянія Земли отъ Солнца, а время обращенія обнимаетъ пять лѣтъ и семь мѣсяцевъ, поэтому комета должна была возвращаться къ Солнцу въ 1776, 1781 г.г. и т. д., но съ 1770 г. ея никто не видалъ. Астрономы заподозрили точность вычисленій Лекселя, и начинается длинный рядъ изысканій относительно орбиты этой кометы. Причину того, что комету не видали до 1770 года, сначала нашли въ томъ, что прежде комета двигалась не по эллиптической орбитѣ, а по параболѣ, и въ 1767 году по этой кривой близко подошла къ Юпитеру. Возмущающимъ дѣйствіемъ этой гигантской планеты *орбита изъ параболической измѣнена въ эллиптическую.* Комета въ 1776 году не была замѣчена потому, что находилась надъ горизонтомъ вмѣстѣ съ Солнцемъ. Въ 1779 году, какъ показало потомъ вычисленіе Леверье, комета подошла опять весьма близко къ Юпитеру, такъ что притяженіе Юпитера, оказываемое на комету, было въ 24 раза сильнѣе притяженія Солнца. Отъ такого сильнаго возмущенія *эллиптическая орбита снова обратилась въ параболическую* и комета навсегда покинула солнечную систему.

Комета Лакселя попала такимъ образомъ въ разрядъ тѣхъ, которыя астрономы называютъ *потерянными* кометами. Подобныхъ потерянныхъ кометъ астрономы насчитываютъ не мало, но онѣ интересны болѣе для спеціалистовъ.

Вторая послѣ Галлеевой изъ періодическихъ кометъ носитъ имя *Энке*. Она была открыта Понсомъ въ Марсели въ 1818 году; называется же кометой Энке потому, что знаменитый берлинскій астрономъ Энке первый теоретически опредѣлилъ ея періодичность и нашелъ время обращенія равнымъ 1205 днямъ.

Рис. 236. Энке.

Комета эта телескопическая, т. е. невооруженнымъ глазомъ наблюдаема быть не можетъ. Разстояніе ея отъ Солнца въ перигеліи равно почти семи милліонамъ географическихъ миль (35 милл. верстъ). Въ афеліи своей орбиты комета отстоитъ отъ Солнца на 80 милліоновъ миль. Такимъ образомъ перигелій орбиты этой кометы лежитъ внутри орбиты Меркурія, самой близкой къ Солнцу планеты, а афелій находится ближе къ Солнцу, чѣмъ орбита Юпитера. Комета Энке въ первый разъ была видима въ январѣ 1786 г., позже въ 1795 г., потомъ опять была открыта въ 1805 году. Но во время этихъ трехъ первыхъ появленій она всегда оставалась видимою очень короткое время, поэтому не могла быть точно наблюдаема и орбита ея не была хорошо изслѣдована. Только при четвертомъ появленіи въ концѣ 1818 года, когда ее открылъ Понсъ, удалось доказать ея тождество съ кометою 1805 года. Опредѣливъ время обращенія, Энке увидѣлъ, что между 1805 и 1818 годами комета должна была четыре раза возвращаться къ Солнцу, но три прохожденія черезъ перигелій не были замѣчены. Астрономы объясняли это неблагопріятнымъ положеніемъ кометы относительно Земли во время бывшихъ возвращеній къ Солнцу. Появленіе же въ 1822 году вполнѣ согласовалось съ предвычисленіемъ Энке.

Съ 1818 года наблюдалось 25 обращеній кометы Энке къ Солнцу, и наблюденія показываютъ, что продолжительность обращенія кометы непрерывно уменьшается,—она сокращается приблизительно на два съ половинною часа въ каждое обращеніе. Выходитъ, что комета движется не по сомкнутой кривой, но непрерывно по спирали приближается къ Солнцу. Энке для объясненія этого факта принялъ гипотезу, что вблизи Солнца въ пространствѣ разлита упругая жидкость, которая оказываетъ сопротивленіе движенію такихъ мало плотныхъ тѣлъ, какъ кометы. Но сомнительно, что причиной явленія служитъ сопротивляющаяся среда, если даже она и существуетъ. Въ движеніи другихъ періодическихъ кометъ сокращенія періода обращенія не замѣчается. Кромѣ того, вычисленіе Энке не можетъ считаться настолько безошибочнымъ, чтобы результаты его могли разсматриваться, какъ окончательные. Поэтому новое изслѣдованіе движенія кометы Энке было предпринято талантливымъ астрономомъ Астеномъ въ Пулковѣ, но преждевременная смерть

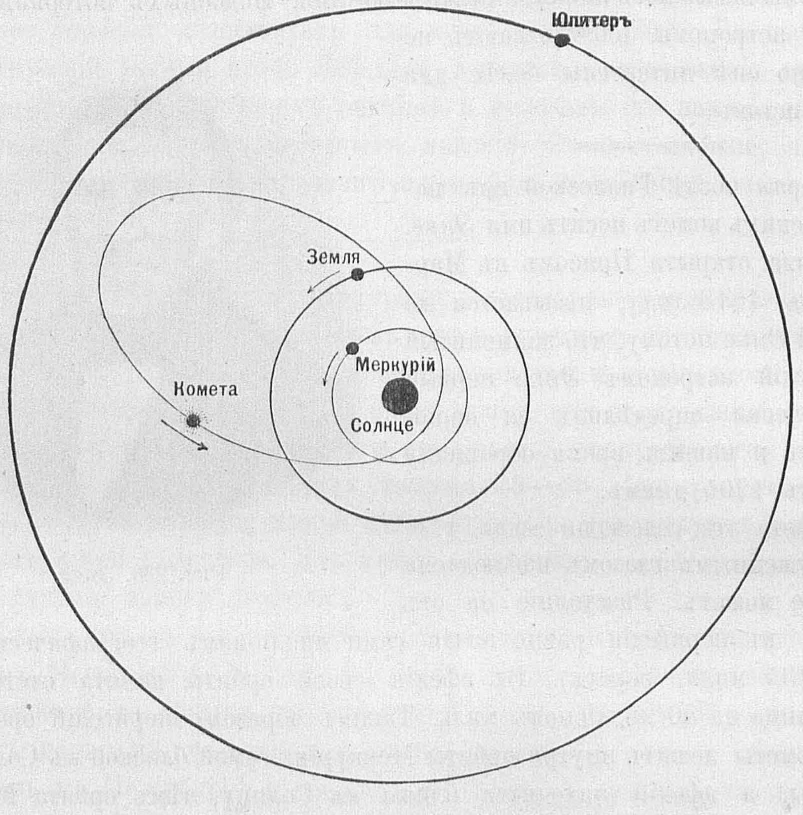


Рис. 237. Орбита кометы Энке.

Рис. 238. О. А. Баклундъ.

Астена остановила работу. Эти работы продолжилъ затѣмъ директоръ нашей Пулковской обсерваторіи, академикъ Баклундъ.

Комета, открытая 28 февраля 1826 года австрійцемъ *Біелой*, быть можетъ, наиболѣе интересна по своимъ физическимъ свойствамъ и ея роли въ астрономической наукѣ. Во время открытія она имѣла видъ обыкновенной телескопической кометы, скоро потомъ она оказалась періодической и тождественной съ кометами, наблюдавшимися въ 1772 году и въ концѣ 1805 года. Изъ вычисленія видно было, что время ея обращенія обнимаетъ шесть лѣтъ и 270 дней, но, несмотря на это, съ 1805 до 1845 года ее наблюдать не удалось. Случай наблюдать ее снова представился только въ 1845 году. Въ ноябрѣ и декабрѣ этого года она не представляла собою ничего особеннаго, но въ январѣ 1846 г. съ ней произошла *неожиданная и никогда до тѣхъ поръ не наблюдавшаяся перемѣна*,—комета раздѣлилась на двѣ неравныя по величинѣ и яркости части (см. рис. 239). Въ февралѣ мѣсяцѣ меньшая часть увеличилась и сравнялась съ другою, отъ которой произошло отдѣленіе. Въ мартѣ обѣ части перестали быть видимы. Видимое разстояніе частей кометы все возрастало, пока ее можно было наблюдать.

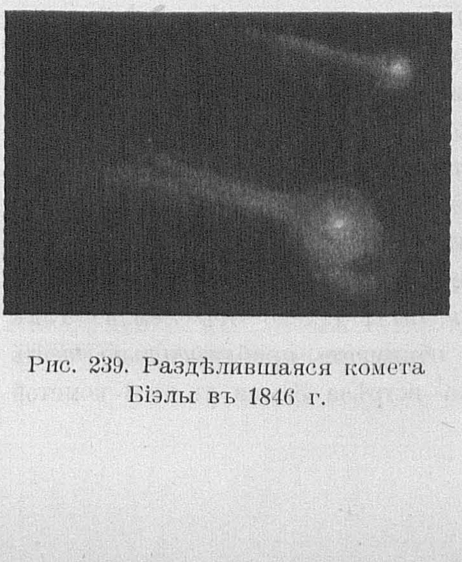


Рис. 239. Раздѣлившаяся комета Біэлы въ 1846 г.

Понятно, что слѣдующее возращеніе кометы къ Солнцу, въ 1852 году, съ большимъ нетерпѣніемъ ожидалось астрономами. Комета была дѣйствительно найдена въ августѣ 1852 года и тогда опять представлялась состоящей изъ двухъ частей, но разстояніе между ними было значительно больше, чѣмъ прежде; оно тогда достигало 350 000 миль (миля = 7 верстамъ) и въ продолженіе сентября увеличилось еще приблизительно на тридцать діаметровъ Земли. Яркость обѣихъ частей такъ сравнялась, что трудно было сказать, которая изъ частей надо считать главной кометой. Въ концѣ сентября обѣ кометы скрылись изъ глазъ астрономовъ и съ тѣхъ поръ понынѣ никто не видалъ ихъ болѣе.

Послѣ 1852 года комета должна была возвратиться къ Солнцу въ 1859, въ 1865, въ 1872, въ 1878, въ 1885 году и т. д. Въ первый изъ этихъ годовъ она занимала относительно Земли неблагопріятное положеніе и не могла быть наблюдаема. Въ 1865 г. ее не нашли, но это обстоятельство приписали большому разстоянію, на которомъ въ это время комета находилась отъ Земли. Въ 1872 году все благопріятствовало тому, чтобы видѣть комету, но она не была открыта, и астрономы рѣшили, что комета исчезла; но послѣ того какъ знаменитый миланскій астрономъ Скіапарелли (умеръ въ 1910 году) открылъ *зависимость между кометами и падающими звѣздами,* это исчезновеніе разъяснилось. Орбиты кометы Біелы пересѣкаетъ земную орбиту въ той точкѣ, въ которой Земля бываетъ 27 ноября (н. ст.). Въ 1872 году въ этотъ день во всей Европѣ и въ Сѣверной Америкѣ наблюдался обильный дождь метеоровъ, поэтому проф. Клинкерфусъ въ Геттингенѣ предположилъ, что въ это время Земля если не встрѣтилась съ головой кометы Біелы, то прошла близко отъ нея. Если тогда и представлялась возможность видѣть комету, то ее слѣдовало искать въ южной полусферѣ неба, а потому наблюдать комету съ сѣверныхъ обсерваторій было невозможно. Въ виду этого Клинкерфусъ послалъ въ Мадрасскую обсерваторію слѣдующую лаконическую телеграмму: «Біела 27-го встрѣтилась съ Землею; ищите около тэты Centauri». Директоръ обсерваторіи Погсонъ 2-го декабря около указаннаго мѣста дѣйствительно нашелъ комету, но неблагопріятная погода слѣдующихъ дней не позволила ее видѣть болѣе, а потому нельзя сказать, была ли это комета Біелы, или какая-либо другая комета.

27 ноября 1877 года опять былъ наблюдаемъ потокъ метеоровъ, при которомъ паденіе звѣздъ продолжалось отъ 7 часовъ вечера до часа по-полуночи. Наибольшую интенсивность явленіе имѣло около девяти часовъ вечера. На Римской обсерваторіи (въ Colegia Romana) насчитали тогда до 1 400 упавшихъ метеоровъ. Всѣ они выходили изъ одной и той же точки неба (точки радіаціи), расположенной около звѣзды γ (гамма) въ созвѣздіи Андромеды. Нѣтъ сомнѣнія, что этотъ метеорный дождь произошелъ отъ встрѣчи Земли съ безчисленнымъ роемъ маленькихъ космическихъ тѣлъ, движущихся въ пространствѣ вдоль орбиты кометы Біелы. Сама комета, если она еще существуетъ и не вся разсыпалась, въ это время была далеко отъ Земли. Такъ какъ время обращенія кометы Біелы обнимаетъ приблизительно шесть съ половиною лѣтъ, то вычислено, что встрѣча Земли съ этой кометой

въ узлѣ ея орбиты можетъ происходить только черезъ тринадцать лѣтъ. Если несомнѣнная встрѣча была 27 ноября 1872 года, то слѣдующая встрѣча должна была случиться 27 ноября 1885 года. Въ этотъ день во всей Европѣ дѣйствительно наблюдался огромный метеорный дождь. Явленіе продолжалось отъ шести до 11 часовъ вечера; наибольшую интенсивность явленіе имѣло около девяти часовъ вечера. Наблюдая потокъ въ Кіевской обсерваторіи, проф. Хандриковъ могъ насчитывать до 200 падающихъ звѣздъ въ минуту. Въ этотъ день Земля встрѣтила главную часть группы продуктовъ разложенія кометы Біелы. Поэтому предполагаютъ, что періодическая комета Біелы въ первоначальномъ видѣ болѣе не существуетъ. Она обратилась въ обтекающій Солнце метеорный потокъ, по временамъ проявляющій себя волшебнымъ зрѣлищемъ дождя изъ падающихъ звѣздъ.

Періодическая комета *Фая* была открыта въ октябрѣ 1843 года астрономомъ, имя котораго теперь она носитъ. По вычисленію Леверье, ея среднее разстояніе отъ Солнца равно 3,8 (за единицу принято среднее разстояніе Земли отъ Солнца). Время обращенія этой кометы равно 2 788 днямъ. Вычисляя наблюденія этой кометы, произведенныя во время ея нѣсколькихъ возвращеній къ Солнцу, шведскій астрономъ Аксель Меллеръ нашелъ первоначально, что комета Фая, подобно кометѣ Энке, сокращаетъ свое время обращенія, подвергаясь дѣйствію сопротивляющейся среды. Потомъ однако оказалось, что разности между наблюдаемыми и вычисленными положеніями, необъяснимыя планетными возмущеніями, *вполнѣ объясняются ошибкой вычисленія*,—оказалось, что для представленія всѣхъ наблюденій кометы Фая нѣтъ надобности прибѣгать къ гипотезѣ о существованіи сопротивляющейся среды. Этотъ случай лишній разъ доказываетъ, что никогда не слѣдуетъ торопиться съ гипотезами, не провѣривъ, какъ слѣдуетъ, фактовъ.

Изъ другихъ періодическихъ кометъ замѣчательна комета *Брорсена*. Она много разъ такъ близко подходила къ Юпитеру, что эта большая планета неоднократно значительно измѣняла ея орбиту. Словомъ, мы видимъ здѣсь повтореніе того, что происходило съ орбитой кометы Лекселя. Очень можетъ быть, что прежде бывшая эллиптическая орбита кометы обратится въ гиперболическую.

По внѣшнему виду комета Брорсена представляетъ ту особенность, что имѣетъ *сложное ядро*, или, правильнѣе, нѣсколько ядеръ, окруженныхъ общею туманностью.

Періодическая комета *Виннеке* первоначально была открыта Понсомъ въ 1819 году. По вычисленію Энке время обращенія этой кометы около Солнца равняется пяти съ половиною годамъ, поэтому съ 1819 года она должна была много разъ возвратиться къ Солнцу, но долго не была наблюдаема, вслѣдствіе чего астрономы заподозрѣли ея періодичность. Только послѣ семи обращеній комета снова найдена въ 1857 году астрономомъ Виннеке. Наблюденіями, произведенными во время этого возвращенія къ Солнцу, была окончательно доказана ея періодичность.

Телескопическая комета *Темпеля* была открыта астрономомъ, имя котораго носитъ, въ 1867 году. Первоначально эллиптическая орбита этой кометы была вычислена Зандбергомъ и по этому вычисленію оказалось, что ея время обращеніи около Солнца обнимаетъ приблизительно пять съ половиною лѣтъ. Со времени открытія комета была наблюдаема при двухъ ея послѣдовательныхъ возвращеніяхъ къ Солнцу, въ 1873 и 1879 году. По вычисленію Готье, основанному на наблюденіяхъ 1879 года, время обращенія кометы обнимаетъ 5,982 года. Орбита этой кометы отличается сравнительно значительныхъ разстояніемъ перигелія отъ Солнца. Это разстояніе, выраженное въ единицахъ средняго разстоянія Земли отъ Солнца, равно числу 1,769. 28 января 1870 года комета прошла довольно близко отъ Юпитера: разстояніе ея отъ планеты равнялось тогда 0,28 средняго разстоянія Земли отъ Солнца. Вообще въ періодъ отъ 1867 до 1873 г. движеніе кометы подвергалось значительнымъ возмущеніямъ, которыя постоянно мѣняли величину элементовъ ея орбиты.

Кромѣ этой періодической кометы Темпель открылъ еще двѣ другихъ, періодичность которыхъ также вполнѣ доказана.

Изъ большихъ, наблюдавшихся невооруженнымъ глазомъ, кометъ 18-го, 19-го и нашего 20-го столѣтія, въ особенности замѣчательны слѣдующія:

Большая комета 1680 года замѣчательна не только по внѣшнему блеску, о которомъ говорятъ современники, но и по своему историческому значенію. Разсматривая движеніе этого свѣтила, Ньютонъ, какъ мы видѣли, доказалъ, что кометы движутся подъ вліяніемъ силы притяженія Солнца. Комета появилась осенью 1680 года и оставалась видимою до весны слѣдующаго года. Кромѣ того, что она была очень ярка и имѣла хвостъ огромныхъ размѣровъ, достигающій 90°; она замѣчательна еще тѣмъ, что въ перигеліи весьма близко подходила къ

Солнцу. По вычисленію Энке, она прошла черезъ перигелій орбиты 17 декабря 1680 года, и тогда разстояніе ея отъ центра Солнца равнялось 0,006 или 128 000 милямъ (географическимъ), а отъ поверхности Солнца она была тогда въ разстояніи только 32 000 миль. Въ это время она двигалась со скоростью 73 миль въ секунду. Хотя по вычисленію Ньютона, путь ея не уклонялся отъ параболы, но Галлей предполагалъ всетаки, что эта комета должна быть періодическою, и нашелъ время обращенія равнымъ 575 годамъ; къ этому заключенію онъ пришелъ на основаніи того, что въ 43 г. до Р. Хр. и въ 531 году, а также 1106 годахъ по Р. Хр. наблюдались большія кометы, которыя, по его его мнѣнію, должны быть тождественны съ разсматриваемою. Другія вычисленія не подтвердили этого предположенія Галлея. Энке по имѣющимся наблюденіямъ точно вычислилъ орбиту кометы и нашелъ, что время ея обращенія болѣе 8 000 лѣтъ. Слѣдовательно, орбита этой кометы можетъ считаться параболической, а вмѣстѣ съ тѣмъ становится внѣ сомнѣній отличіе ея отъ трехъ кометъ, на которыя указываетъ Галлей.

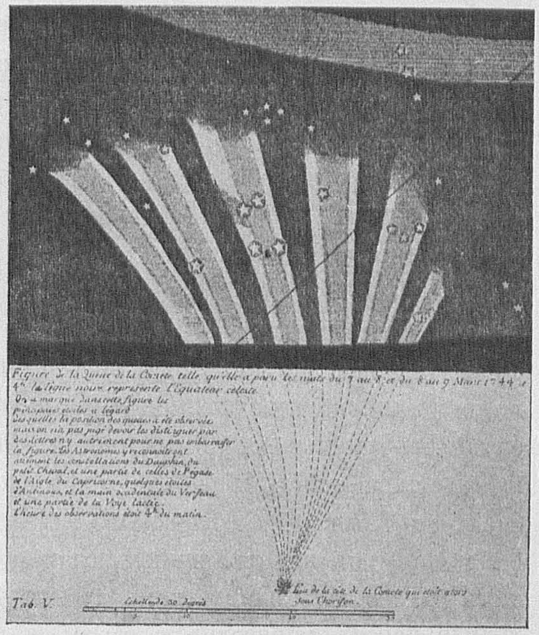


Figure de la Queue de la Comete telle qu'elle a paru les nuits du 7 au 8 et du 8 au 9 Mars 1744 a
4h. la ligne noire represente l'Equateur celeste
On a marqué dans cette figure les
principales étoiles a l'egard
desquelles la position des queues a été observée
mais on n'a pas jugé devoir les distinguer par
des lettres ny autrement pour ne pas embarasser
la figure. Les Astronomes y reconnoitront
aisément les constellations du Dauphin, du
petit Cheval, et une partie de celles de Pégase
de l'Aigle, du Capricorne, quelques étoiles
d'Antinous, et la main occidentale du Verseau
et une partie de la Voye lactée.
L'heure des observations étoit 4h. du matin.
Lieu de la tête de la Comete qui étoit alors sous l'horison.
Tab. V.
Echelle de 30 degrés
5
10
20
30

Рис. 240. Подымающійся надъ горизонтомъ хвостъ кометы Шезо, 1744 г.; по рисунку самого Шезо.

Комета 1744 года или комета *Шезо* принадлежитъ къ однѣмъ изъ самыхъ замѣчательнѣйшихъ. Она прошла черезъ перигелій своей орбиты 1 марта 1744 года, и тогда ея яркость была такъ велика, что, по свидѣтельству многихъ, около этого времени ее можно было видѣть простымъ глазомъ въ полдень. Но особенно замѣчательна комета сложностью своего хвоста. Въ теченіе короткаго времени послѣ прохожденія черезъ перигелій, по свидѣтельству Шезо, комета имѣла шесть хвостовъ (см. рис. 240), представлявшихся въ цѣломъ раскрытымъ вѣеромъ и имѣвшихъ длину отъ 30°—45°. По внѣшнему виду комета 1744 года есть единственная въ своемъ родѣ, и другого подобнаго примѣра нельзя указать въ кометной астрономіи.

Первая большая комета девятнадцатаго столѣтія наблюдалась въ 1811 году; она прошла черезъ перигелій 12 сентября и около этого времени нѣсколько недѣль была видима простымъ глазомъ. Наибольшій блескъ комета имѣла въ октябрѣ мѣсяцѣ, послѣ прохожденія черезъ перигелій. Ядро кометы не было рѣзко ограничено, но постепенно переходило въ туманную оболочку головы. Длина хвоста достигала 13 милліоновъ географическихъ миль. Громадный хвостъ не соотвѣтствовалъ малому разстоянію перигелія отъ Солнца. Это разстояніе имѣло, напротивъ, довольно значительную величину и представлялось числомъ 1,035, гдѣ за единицу принято среднее разстояніе Земли отъ Солнца. Комета была открыта въ мартѣ 1811 года, какъ телескопическая она могла быть наблюдаема въ теченіе большого промежутка времени, именно въ теченіе 17 мѣсяцевъ, т. е. до августа 1812 года. По собраннымъ многочисленнымъ наблюденіямъ Аргеландеръ точно вычислилъ орбиту кометы и нашелъ время обращенія въ 3 065 лѣтъ, съ вѣроятною погрѣшностью въ 45 лѣтъ.

Вторая замѣчательная комета въ 19 стол. наблюдалась въ 1843 году. Она появилась внезапно въ концѣ февраля 1843 года и первоначально могла быть наблюдаема днемъ при полномъ солнечномъ блескѣ. Блескъ ея быстро уменьшался, но по наблюденіямъ, произведеннымъ въ мартѣ, блескъ ядра кометы равнялся еще блеску Юпитера. Въ первыхъ числахъ апрѣля комета совершенно скрылась изъ глазъ наблюдателей. Ни одна еще изъ кометъ, не исключая кометы 1680 года, не подходила такъ близко къ Солнцу, какъ комета 1843 года. 27 февраля она проходила черезъ перигелій, и тогда ея линейное разстояніе отъ Солнца составляло 0,0055 средняго разстоянія Земли отъ Солнца. Нѣтъ сомнѣнія, что, огибая Солнце на такомъ разстояніи, *комета прошла черезъ солнечную корону.* Такою близостью къ Солнцу слѣдуетъ объяснить и ту яркость, которая дала возможность наблюдать комету днемъ вблизи самого Солнца. Какъ показало вычисленіе, скорость движенія кометы въ перигеліи имѣла громадную величину: не менѣе 600 километровъ въ секунду. *Въ теченіе двухъ часовъ комета обогнула поверхность Солнца.* Вскорѣ послѣ прохожденія черезъ перигелій хвостъ кометы достигалъ громадныхъ размѣровъ, длина его была тогда не менѣе 35 милліоновъ географическихъ миль, т. е. около 250 милл. верстъ.

Различныя вычисленія даютъ время обращенія этой кометы равнымъ 530, 157 и 150 и даже 35 годамъ. Дуга орбиты, на которой наблюдалась комета въ теченіе не болѣе шести недѣль, такъ коротка, что по этой дугѣ при такомъ ничтожномъ разстояніи въ перигеліи весьма трудно отличить параболу отъ эллипса, даже съ короткимъ временемъ обращенія. Возможно точное опредѣленіе орбиты этой кометы сдѣлалъ Губбартъ, и по его вычисленію оказывается, что время обращенія не можетъ быть менѣе ста лѣтъ. Но и вычисленіе Губбарта, по недостатку данныхъ, нельзя считать достовѣрнымъ. Въ началѣ февраля 1880 года въ южномъ полушаріи была видна большая комета весьма близко отъ Солнца, но потомъ она очень скоро исчезла. Вычисленія показываютъ, что орбита этой кометы сходна съ орбитой кометы 1843 года. Такъ какъ, наоборотъ, наблюденія кометы 1880 г. удовлетворительно представляются элементами орбиты, найденной Губбартомъ для кометы 1843 года, то нѣкоторую вѣроятность имѣетъ предположеніе, что въ 1843 и въ 1880 году наблюдалась одна и та же комета, обращающаяся около Солнца въ весьма эксцентрической орбитѣ и совершающая около него въ 37 лѣтъ полный оборотъ. Въ наблюденіяхъ 18-го столѣтія также имѣются нѣкоторыя, хотя довольно неясныя, указанія на то, что эта комета тогда была видна; но вполнѣ опредѣленныхъ наблюденій, относящихся къ предыдущимъ явленіямъ этой кометы, нѣтъ. Послѣднее можетъ быть объяснено тѣмъ, что по особымъ свойствамъ пути кометы не представлялось удобнаго случая наблюдать ее съ сѣвернаго полушарія Земли.

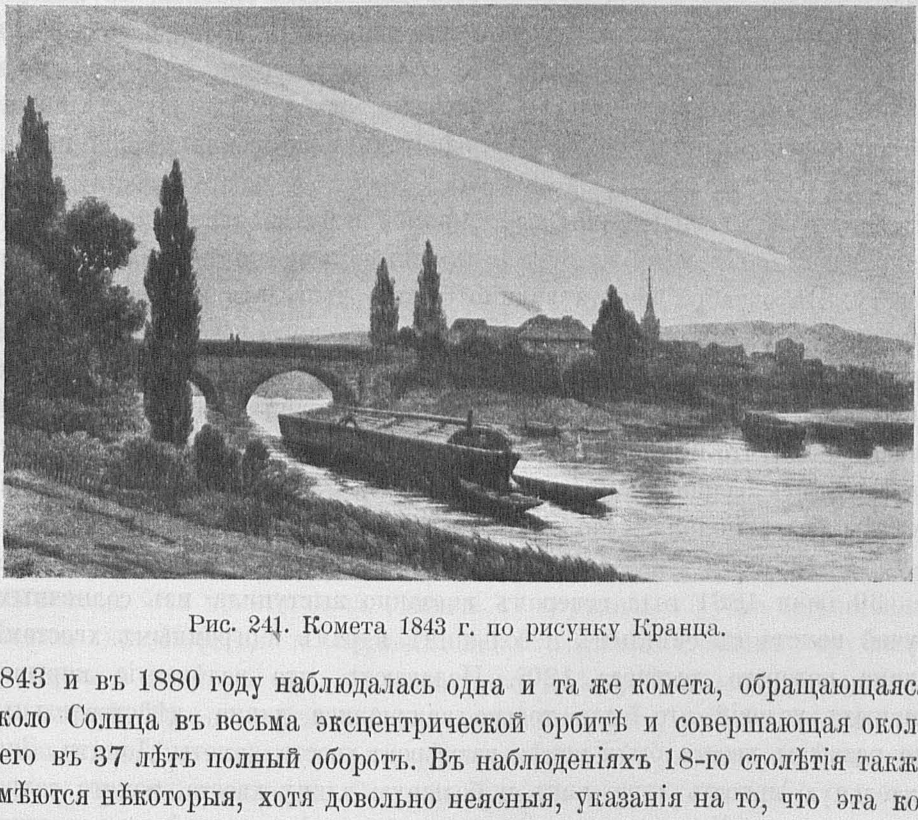


Рис. 241. Комета 1843 г. по рисунку Кранца.

За слѣдующую очень яркую комету, явившуюся послѣ кометы 1843 года, слѣдуетъ считать комету *Донати*, открытую въ іюнѣ 1858 г. итальянскимъ астрономомъ Донати во Флоренціи. Во время открытія

2 іюня 1858 года, комета представлялась слабымъ туманнымъ пятномъ. Яркость кометы возрастала постепенно и весьма медленно. Только въ серединѣ августа сталъ развиваться хвостъ; и наибольшей яркости комета достигла въ первыхъ числахъ октября, вскорѣ послѣ своего прохожденія черезъ перигелій. Съ конца августа комету можно было хорошо видѣть простымъ глазомъ. Въ наибольшемъ блескѣ комета представлялась 5 октября, и тогда видимое положеніе ядра было близко къ звѣздѣ первой величины, Арктуру (α Bootis). Хвостъ кометы въ этотъ день тянулся до звѣздъ Большой Медвѣдицы. Слѣдовательно, онъ имѣлъ длину не менѣе 50°. Этотъ хвостъ сильно расширялся къ концу и имѣлъ значительную яркость по всей длинѣ. Въ сильныя трубы границы головы представлялись довольно размытыми, но ядро со стороны Солнца было окружено нѣсколькими свѣтлыми дугами, которыя непримѣтно переходили въ хвостъ. Истеченіе изъ ядра было замѣтно довольно ясно, но оно не представляло такихъ колебаній, какія наблюдалъ Бессель въ кометѣ 1835 года. Кромѣ главнаго хвоста комета имѣла другой, несравненно болѣе прямой и болѣе длинный. Онъ былъ направленъ по радіусу-вектору и въ движеніи предшествовалъ главному хвосту. Въ октябрѣ комета видимо быстро двигалась на югъ и для наблюдателей въ сѣверномъ полушаріи Земли скоро исчезла. Въ южномъ полушаріи ее можно было наблюдать до марта 1859 года. Орбита кометы была вычислена весьма многими астрономами, и по вычисленіямъ оказывается, что путь кометы около Солнца долженъ быть представленъ растянутымъ эллипсомъ (вѣрнѣе параболой), такъ какъ время обращенія кометы около Солнца мало отличается отъ двухъ тысячъ лѣтъ.

30 іюня 1861 года вечеромъ внезапно выступила изъ солнечныхъ лучей комета съ свѣтлымъ небольшимъ ядромъ и огромнымъ хвостомъ, длина котораго достигла 120°. Полагаютъ, что вслѣдствіе перспективныхъ условій это была только кажущаяся длина, дѣйствительные же размѣры хвоста были менѣе размѣровъ хвоста кометы Донати. Значительную яркость ядра, какъ и большую длину хвоста, комета сохраняла не долго. Черезъ четырнадцать дней послѣ появленія то и другое уменьшилось. Кромѣ главнаго хвоста комета имѣла еще второй, болѣе слабый и болѣе искривленный, который по движенію слѣдовалъ за главнымъ хвостомъ. Въ августѣ комета перестала быть видимою простымъ глазомъ, но какъ телескопическая могла быть наблюдаема до весны 1862 года. Въ разсматриваемомъ случаѣ внезапность появленія и видимую чрезмѣрную длину хвоста астрономы объясняютъ тѣмъ, что орбита кометы пересѣкается съ эклиптикой почти подъ прямымъ угломъ. По достовѣрному вычисленію Ліе, *Земля 30 іюня въ 6 часовъ утра*

прошла черезъ хвостъ этой кометы. Но узнали объ этомъ только потомъ, по вычисленію; самое же пребываніе въ хвостѣ кометы осталось для насъ незамѣченнымъ. Понятно, что когда Земля находилась въ извѣстные дни на незначительномъ разстояніи отъ хвоста кометы, то этотъ послѣдній долженъ былъ для земныхъ наблюдателей закрывать собою значительную дугу на воображаемой небесной сферѣ и потому долженъ былъ казаться очень длиннымъ, не будучи въ дѣйствительности длиннѣе хвостовъ многихъ другихъ кометъ.

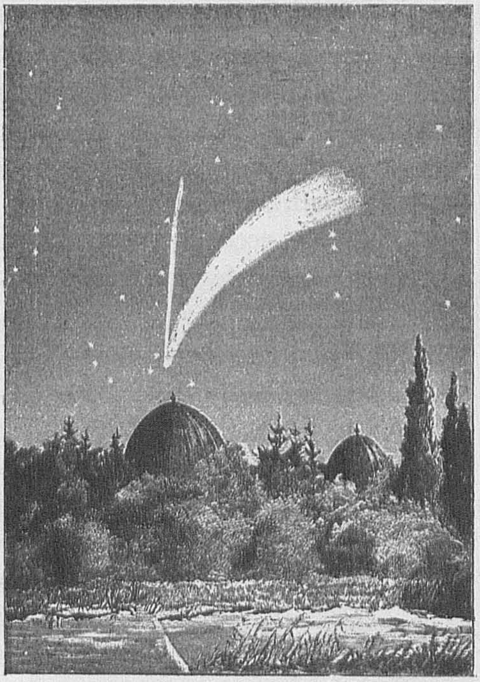


Рис. 242. Комета Донати 1858 года. По рисунку д-ра К. Граффа.

По точному опредѣленію орбиты, найдено, что комета прошла черезъ перигелій своей орбиты 11 іюля и тогда разстояніе ея отъ Солнца равнялось 0,822. Время обращенія кометы около Солнца опредѣлено приблизительно въ 420 лѣтъ.

Не менѣе блестящею, чѣмъ комета Донати, и по виду похожей на нее была комета *Коджіа,* наблюдавшаяся съ весны до средины лѣта 1874 года. Эта комета была открыта 17 апрѣля 1873 года астрономомъ Коджіа въ Марсели и первоначально казалась слабымъ круглымъ туманнымъ пятномъ, но съ замѣтнымъ звѣздообразнымъ сгущеніемъ въ центрѣ. Только черезъ мѣсяцъ послѣ открытія, именно 19 мая, появились слабые слѣды хвоста. Въ началѣ іюня можно было видѣть комету простымъ глазомъ. Все это время и почти до начала іюля комета имѣла весьма медленное видимое движеніе. Это обстоятельство очень затрудняло вычисленія ея орбиты. Медленность видимаго движенія объясняется особымъ расположеніемъ кометной орбиты. Со времени открытія до конца іюня комета весьма медленно поднималась надъ эклиптикой и двигалась по направленію къ Землѣ, какъ бы догоняя ее. Слѣдовательно, направленіе, по которому въ это время наблюдали комету, постоянно почти совпадало съ направленіемъ ея движенія, и потому казалось, что комета какъ бы стоитъ на мѣстѣ. Вскорѣ послѣ прохожденія черезъ перигелій, которое произошло 9-го іюля, комета начала быстро опускаться къ эклиптикѣ, подходя къ нисходящему узлу своей орбиты. Тогда видимое движеніе кометы сдѣлалось довольно значительнымъ. За кометой, по направленію къ узлу ея орбиты, двигалась и Земля, но разстояніе между обоими свѣтилами оставалось постоянно довольно значительнымъ.

Въ головѣ кометы наблюдались замѣчательныя особенности. Въ срединѣ іюня изъ весьма рѣзко означеннаго ядра, имѣвшаго круглую форму, появилось истеченіе въ видѣ двухъ расходящихся свѣтлыхъ дугъ, которыя загибались въ хвостъ. Позже, въ іюлѣ мѣсяцѣ, эти дуги соединились свѣтлымъ секторомъ. Подобный же секторъ, хотя болѣе слабый, былъ виденъ и съ другой стороны ядра. Хвостъ кометы простому глазу сталъ замѣтенъ съ середины іюня, и въ началѣ іюля онъ достигъ длины 15°. Послѣ прохожденія черезъ перигелій длина хвоста простиралась отъ 55° до 60°. Такъ какъ комета послѣ прохожденія черезъ перигелій быстро спустилась подъ эклиптику, то съ сѣверныхъ обсерваторій въ срединѣ іюля уже нельзя было наблюдать ядро, но хвостъ долго былъ виденъ надъ горизонтомъ въ полночь. Спектральныя изслѣдованія этой кометы были тщательно произведены Локьеромъ и патеромъ Секки. По этимъ изслѣдованіямъ было найдено, что ядро кометы имѣетъ непрерывный спектръ, нѣсколько ослабленный со стороны голубого цвѣта. Кромѣ того, на непрерывномъ спектрѣ были ясно видны три характерныя свѣтлыя полосы: желтая, зеленая и голубая. Локьеръ нашелъ, что эти полосы точно совпадаютъ съ полосами, характеризующими углеводородный газъ.

Что касается орбиты кометы, то по причинѣ тѣхъ особенностей ея положенія, которыя отчасти только что описаны, точное опредѣленіе ея представило столь значительныя трудности.

Майская комета 1881 года (комета 1881c) явилась въ южной небесной полусферѣ и была открыта (22 мая) въ Виндзорѣ (въ Австраліи). Вскорѣ послѣ открытія она сдѣлалась видимою простымъ глазомъ, и тогда имѣла видъ звѣзднаго скопленія.

Вычисляя орбиту кометы, Гульдъ нашелъ, что элементы ея имѣютъ поразительное сходство съ элементами орбиты кометы 1807 года. Это сходство элементовъ, подтвержденное и другими вычисленіями, представляетъ интересный и необъяснимый фактъ. Движеніе кометы 1807 года съ большими подробностями изслѣдовано Бесселемъ, который нашелъ, что время обращенія кометы 1807 года около Солнца равно 1713 годамъ. Поэтому нѣтъ основанія считать комету *c* 1881 года тождественною съ кометою 1807 года, и приходится допустить, что *по одной и той же орбитѣ движутся двѣ различныя кометы*. Съ 22 іюня 1881 г.

комета сдѣлалась видимою въ сѣверныхъ широтахъ, и даже стала близко къ полюсу. Тогда ея ядро по яркости приближалось къ звѣздѣ 1-й величины. Хвостъ кометы по длинѣ достигалъ 20° и въ концѣ іюня сталъ замѣтенъ второй хвостъ. Комета 1881 года была первая изъ кометъ, съ которой удалось снять фотографію. Жансенъ и нѣкоторые другіе получили весьма удовлетворительное съ научной точки зрѣнія изображеніе кометы. Съ этихъ поръ фотографія начинаетъ оказывать кометной астрономіи огромныя услуги.

Комета 1881 года при своемъ движеніи покрывала многія яркія звѣзды. Пользуясь этимъ случаемъ, Мейеръ пробовалъ опредѣлить плотность кометнаго вещества. Наблюдая черезъ комету три звѣзды, онъ нашелъ, что на разстояніи 10 200 километровъ отъ ядра преломляющая способность кометнаго вещества выражается числомъ 0,0000093, т. е. сводится чуть ли не къ нулю.

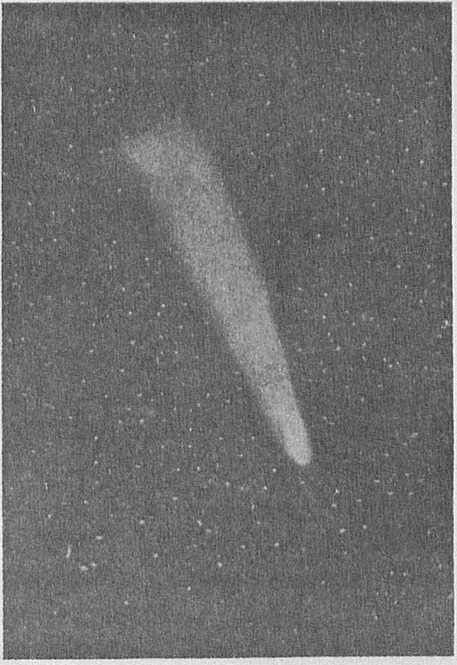


Рис. 243. Большая комета 1882 г. по фотографіи, полученной на мысѣ Доброй Надежды.

Очень интересная комета была замѣчена простымъ глазомъ астрономами Аргентинской республики 2-го сентября 1882 г. (комета 1882*d*). По яркости она равнялась тогда звѣздѣ 3-й величины. Въ Европѣ замѣтили комету 17 сентября, за нѣсколько часовъ до ея прохожденія черезъ перигелій орбиты. Подобно кометамъ 1843 и 1880 гг., сентябрьская комета 1882 года имѣла весьма малое разстояніе перигелія отъ Солнца. Въ остальныхъ элементахъ орбитъ этихъ трехъ кометъ существуетъ также довольно замѣтное сходство. Такое сходство элементовъ орбитъ заставляетъ думать, что всѣ три кометы имѣютъ общее происхожденіе. Это *семья* кометъ.

Астрономы мыса Доброй Надежды Финлэй и Элькинъ 18 сентября имѣли случай слѣдить за сентябрьской кометой 1882 г. до самаго ея вступленія на Солнце. Вступивъ на Солнце, комета сдѣлалась совершенно невидимою.

Вычисленія показали, что въ орбитѣ этой кометы во время ея прохожденія *черезъ корону Солнца* не произошло измѣненій. Этотъ фактъ весьма важенъ для рѣшенія вопроса о томъ состояніи, въ которомъ находится вещество, составляющее солнечную корону.

Самыя замѣчательныя измѣненія наблюдались во внѣшнемъ видѣ кометы. Въ концѣ сентября комета имѣла хвостъ длиною въ 20°. Ядро кометы сначала представлялось круглымъ, потомъ оно сдѣлалось веретенообразнымъ и, наконецъ, распалось на части. Первоначально замѣчалось раздѣленіе только на двѣ части, все болѣе и болѣе удалявшіяся одна отъ другой, потомъ произошло дальнѣйшее дробленіе ядра. Вашингтонскіе астрономы въ октябрѣ мѣсяцѣ видѣли, что ядро кометы состоитъ изъ пяти частей. Это показаніе американскихъ астрономовъ подтверждается и наблюденіями, произведенными въ Ріо-Жанейро. Наконецъ, особенно интереснымъ явленіемъ, которое представила сентябрьская комета 1882 года, слѣдуетъ считать ея распаденіе на части, выразившееся отдѣленіемъ матеріи отъ головы кометы. Это отдѣленіе прежде другихъ замѣтилъ 9-го октября Шмидтъ въ Аѳинахъ. Отдѣлившаяся часть имѣла видъ небольшого серпа и располагалась нѣсколько на юго-западъ отъ головы, въ разстояніи отъ нея не болѣе одного градуса. Потомъ эта отдѣлившаяся часть, двигавшаяся впереди кометы, стала удаляться отъ нея и 10 октября отдѣлившійся туманъ имѣлъ причудливую форму соединенныхъ между собою четырехъ отростковъ; въ концѣ каждаго изъ нихъ были замѣтны довольно отчетливыя свѣтлыя пятна. 11 октября все отдѣлившееся вещество значительно удалилось отъ кометы и представляло собою только два свѣтлыхъ пятна, соединенныхъ туманной, менѣе интенсивною, чѣмъ они сами, дугою. Послѣ этого никто изъ европейскихъ астрономовъ, по причинѣ невыгоднаго для наблюденій положенія кометы, не видалъ болѣе отдѣлившейся массы, и скоро затѣмъ комета могла быть наблюдаема только въ обсерваторіяхъ южнаго полушарія. Такимъ образомъ въ сентябрьской кометѣ 1882 года наблюдался еще одинъ примѣръ распаденія кометной головы на части.

Въ перигеліи комета была въ разстояніи 461 000 километровъ отъ поверхности Солнца. По новѣйшимъ опредѣленіямъ время обращенія кометы около Солнца считается равнымъ 772 годамъ. Если предположить, что эта комета тождественна съ кометами, наблюдавшимися въ 342 г. до Р. Хр. и въ 1132 г. по Р. Хр., то за время обращенія нужно считать 751 годъ.

Изъ замѣчательныхъ кометъ нашего XX-го столѣтія о кометѣ *Морхауза* 1908 года намъ уже приходилось говорить.

Въ январѣ 1910 года, въ періодъ ожиданія и разговоровъ по поводу появленія кометы Галлея, внезапно появилась большая комета, которую многіе изъ публики приняли было за Галлееву. Комета эта была открыта сначала въ южной Африкѣ, въ Іоганисбергской обсерваторіи, англичанами Ворселемъ и Иннесомъ. Слѣдовательно, названіе ея будетъ «комета Ворселя», или по обыкновенному обозначенію, комета 1910*a*. 20-го января нов. ст. комета была уже наблюдаема въ южноазіатскихъ владѣніяхъ Россіи, о чемъ телеграфировалъ въ Пулково капитанъ Есауловъ. Спустя нѣсколько дней она наблюдалась повсемѣстно въ Россіи. Комета была видима простымъ глазомъ и яркость ея ядра была не ниже звѣздъ 2-й величины. Во время открытія комета находилась въ созвѣздіи Стрѣльца и 4-го января прошла черезъ перигелій. Спектральнымъ анализомъ въ хвостѣ кометы обнаружено присутствіе паровъ натрія. Въ Пулковской обсерваторіи комету наблюдали 12-го и 15-го января, при чемъ, помимо ряда фотографій, проф. Бѣлопольскому удалось снять и кометный спектръ. Къ концу января комета скрылась отъ глаза наблюдателей.

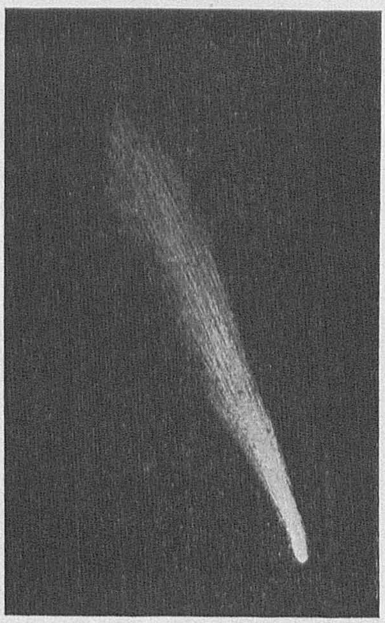


Рис. 244. Комета 1910*a*.

Появляющаяся изъ невѣдомыхъ областей пространства и влетающая въ солнечную систему комета, хотя и подчиняетъ здѣсь свое движеніе законамъ Кеплера, тѣмъ не менѣе направленіе и расположеніе въ пространствѣ ея пути носитъ съ нашей точки зрѣнія характеръ чистой случайности. Вотъ почему нисколько не удивительно, что появленіе каждой большой кометы даже въ настоящее время вноситъ въ самые серьезные умы вопросъ о возможности «катастрофы», — вопросъ о *столкновеніи* кометы съ Землей и о послѣдствіяхъ такого столкновенія.

Вопросы подобнаго рода имѣютъ полное право на вниманіе, тѣмъ болѣе, что возможность подобнаго рода столкновеній во вселенной можно считать доказанной. Появленіе такъ называемыхъ «новыхъ звѣздъ», неоднократно отмѣчаемое лѣтописями науки (см. стр. 208 и слѣд.) *объясняется* именно такими столкновеніями несущихся другъ другу навстрѣчу небесныхъ свѣтилъ.

Когда въ 1910 г. въ русскомъ обществѣ царили самые разнообразные и часто несообразные толки о возможности столкновенія Земли съ кометой Галлея, редакція журнала «Природа и Люди» обратилась за разъясненіемъ вопроса къ извѣстному ученому, дѣятельнѣйшему и талантливѣйшему популяризатору на Руси астрономическихъ знаній, проф. С. П. Глазенапу. Вотъ что высказалъ по этому поводу авторитетный ученый на старaницахъ названнаго журнала:

«Я раздѣляю,—пишетъ проф. Глазенапъ,—вопросъ на двѣ части: о столкновеніи съ хвостомъ кометы и съ ея ядромъ.

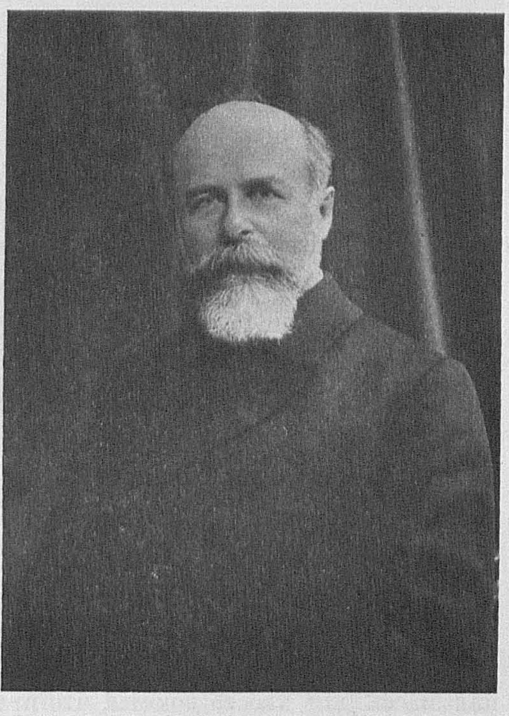
«Ядро кометы—не сплошное твердое; оно состоитъ изъ собранія множества твердыхъ частицъ, не соприкасающихся между собою. Подобное строеніе имѣютъ только кометы.

«Твердыя частицы, имѣющія незначительную массу,—нѣкоторыя вѣсомъ меньше одного золотника,—не могутъ удержать вокругъ себя газообразныя вещества, если бы даже они и существовали въ предѣлахъ кометнаго ядра; всякое газообразное вещество, въ силу свойства расшириться, ушло бы во всѣ стороны отъ кометы, и твердыя частицы, образующія ядро кометы, остались бы однѣ безъ газообразной оболочки. Если бы, наконецъ, газообразное вещество само образовалось внутри ядра кометы, то оно отошло бы въ бездны небеснаго пространства и не удержалось бы около ядра кометы вслѣдствіе малости массы частицъ каменнаго ядра.

«Какая же причина можетъ быть для выдѣленія газа или газообразныхъ веществъ изъ ядра кометы?—Наблюденія показываютъ, что по мѣрѣ приближенія кометъ къ Солнцу у нихъ образуется хвостъ. Очевидно, солнечные лучи нагрѣваютъ частицы, и вслѣдствіе этого часть вещества испаряется, превращаясь въ газообразное состояніе. Образовавшіеся пары или газы, подъ дѣйствіемъ того же Солнца, приходятъ въ какое-то полярное состояніе; вѣроятно, рождается электрическая энергія, въ какомъ видѣ, намъ неизвѣстно, но наблюденіями мы убѣждаемся, что газообразное вещество отталкивается отъ Солнца; въ это время образуется хвостъ кометы. Вещество его должно быть очень разрѣженное. Отдѣлившееся газообразное вещество, подъ дѣйствіемъ отталкивательной силы Солнца, удаляется въ необоразимое пространство вселенной. Въ общемъ хвосты кометъ напоминаютъ дымъ, отдѣлившійся отъ движущагося паровоза.

«Разсмотримъ затѣмъ вопросъ о столкновеніи съ кометой и начнемъ со столкновенія съ ядромъ кометы; это явленіе можетъ показаться болѣе серьезнымъ и болѣе чреватымъ послѣдствіями, чѣмъ столкновеніе съ хвостомъ кометы.

«Вообразимъ себѣ, что Земля встрѣчается съ кометою; явленіе это принято называть «столкновеніемъ». Что произойдетъ съ кометою и Землею? Припомнимъ, что комета состоитъ изъ собранія множества твердыхъ частицъ, вообще малыхъ, хотя между ними могутъ быть и крупныя. Объемъ кометъ всегда больше объема Земли, и, слѣдовательно, при столкновеніи съ кометою, Земля влетитъ въ нее, какъ, напримѣръ, влетѣло бы ядро артиллерійскаго снаряда въ облако. При этомъ Земля встрѣтится съ нѣкоторыми частицами кометы: послѣднія влетятъ въ земную атмосферу. Мы знаемъ, что Земля, двигаясь вокругъ Солнца, имѣетъ скорость въ 28 верстъ въ одну секунду; кометы же, при встрѣчѣ съ Землею, имѣютъ скорость въ 40 верстъ; относительная скорость будетъ 68 верстъ въ секунду; это громадная скорость. Произвести ее въ обыкновенныхъ условіяхъ человѣку еще не удалось. Влетая съ такой скоростью въ атмосферу Земли, твердыя частицы, составляющія комету, такъ накаливаются, что превращаются въ газообразное состояніе. Малыя и большія части мгновенно разлетаются въ прахъ и достигаютъ земной поверхности въ видѣ осѣвшаго порошка тѣхъ породъ, изъ которыхъ состояли эти частицы. Вообще небесные камни могутъ упасть на Землю только въ томъ случаѣ, если они догоняютъ Землю; но и въ этомъ случаѣ большія глыбы разрываются на части, которыя и падаютъ на Землю. Подобныя паденія случаются очень рѣдко, и хотя упадающіе камни могутъ, конечно, убить человѣка, но въ исторіи неизвѣстно ни одного достовѣрнаго случая, когда небесный камень убилъ человѣка. Ежегодно сотни людей убиваются ударами молній, но мы не особенно боимся грозъ; паденіе же небесныхъ камней наводитъ на насъ паническій страхъ; это совершенно неосновательно. Изъ научнаго разсмотрѣнія явленія столкновенія съ кометою мы вывели заключеніе, что наша атмосфера является пракрасною защитницею отъ небесныхъ снарядовъ— камней, составляющихъ или составлявшихъ когда-то комету; она, поистинѣ, воздушная броня отъ небесныхъ снарядовъ.



Астрономія — самая
возвышенная наука.
Профессоръ С. Глазенапъ

Рис. 245. С. П. Глазенапъ.

«Мы разсмотрѣли,—пишетъ далѣе проф. Глазенапъ,—воображаемое столкновеніе съ кометою. Спрашивается, возможно ли подобное столкновеніе? Отвѣчу: вполнѣ возможно, и мы неоднократно сталкивались съ кометою. Въ 1872 и 1885 годахъ Земля влетѣла въ середину кометы Біела, и, какъ читатель, полагаю, не сомнѣвается, мы остались живы, и на Землѣ никакой катастрофы не произошло. Астрономы ожидали этого столкновенія; они заранѣе предсказали встрѣчу съ кометою на 15—27 ноября и, однако, ничего не произошло. Въ эти дни было только замѣчено великое множество падающихъ звѣздъ; это частицы кометы, влетавшія въ нашу атмосферу при встрѣчѣ съ кометою. Никакихъ другихъ явленій никто не замѣтилъ. Въ 1872 году въ Мексикѣ былъ поднятъ одинъ камень; это была частица кометы Біела, разсматриваемая астрономами, какъ даръ съ неба.

«Итакъ, встрѣча съ ядромъ кометы ничего опаснаго не предвѣщаетъ. Посмотримъ, чего можно ожидать отъ погруженія Земли въ хвостъ кометы.

«Если соединить въ сплошную массу все вещество, составляющее ядро кометы, то получится небольшое количество вещества, имѣющее вѣсъ не болѣе десятка или сотенъ тысячъ пудовъ. Отъ этой массы отдѣляется хвостъ, масса котораго является минимальною сравнительно съ массою ядра; газообразное вещество хвоста распредѣляется на громаднѣйшемъ пространствѣ. У нѣкоторыхъ кометъ хвосты достигаютъ длины въ 300 милліоновъ километровъ, имѣя при этомъ неимовѣрный объемъ. Если мы допустимъ, что газообразное вещество, составляющее хвостъ кометы, имѣетъ такую ничтожную плотность, какую человѣкъ можетъ только искусственно сдѣлать самыми совершенными приборами въ современныхъ лабораторіяхъ, то получится такая громадная масса для хвоста кометы, что при появленіи кометы съ подобнымъ хвостомъ всѣ планеты солнечной системы стали бы двигаться вокругъ хвоста кометы, а не вокругъ Солнца. Ничего подобнаго не бывало: кометы приходятъ и уходятъ, не вызывая никакихъ возмущеній въ движеніи планетъ солнечной системы. Отсюда мы заключаемъ, что вещество кометныхъ хвостовъ находится въ непостижимомъ для насъ разрѣженіи, а при такихъ условіяхъ оно можетъ состоять изъ какихъ угодно ядовитыхъ веществъ, и они никакого вреда не могутъ нанести земнымъ жителямъ. Мы неоднократно погружались въ хвостъ кометы, и никакими инструментами не могли замѣтить измѣненіе атмосфернаго воздуха. Напр., въ 1861 году мы были въ хвостѣ кометы и чувствовали себя очень хорошо; въ частности въ Россіи произошла великая реформа освобожденія крестьянъ.

«Итакъ, встрѣчи съ хвостомъ кометы ничего зловреднаго не приносятъ жителямъ Земли».

Въ заключеніе слѣдуетъ помнить, что въ небесномъ пространствѣ кометъ великое множество. Многія изъ нихъ разложились въ метеорные потоки; изъ нихъ двѣ тысячи встрѣчаются съ орбитою Земли, и, слѣдовательно, ежедневно въ среднемъ мы встрѣчаемся съ остатками шести кометъ, и никогда никакого неудобства не испытываемъ. Поэтому опасаться за будущее неосновательно.

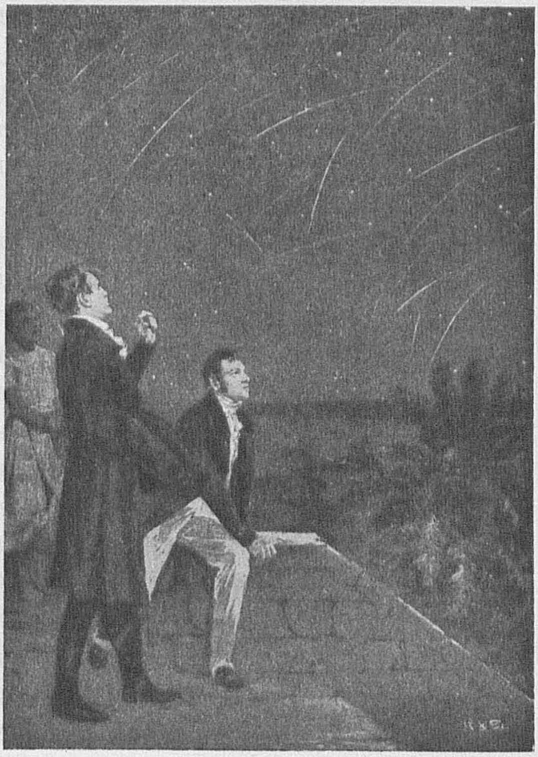


Рис. 246. Гумбальдтъ и Бопланъ, наблюдающіе звѣздный дождь въ Южной Америкѣ въ 1799 году.

Быстро и безшумно по разнымъ направленіямъ чертятъ *падающія звѣзды* свои свѣтлыя, тонкія, прямыя черты. Въ народѣ говорятъ, что если во время замѣченнаго полета подобной звѣздочки задумать какое бы то ни было пожеланіе, то оно исполнится. Только это почти невозможно: не успѣешь задумать, какъ звѣзда мелькнетъ и пройдетъ...

Бываютъ ночи, когда наблюдаются цѣлые «дожди» такихъ падающихъ звѣздъ,—рѣдкое по красотѣ зрѣлище, приводящее наблюдателей въ удивленіе и восторгъ. Одинъ изъ такихъ необычайно обильныхъ дождей наблюдался знаменитымъ энциклопедистомъ А. Гумбольдтомъ во время его путешествія въ Южную Америку въ 1799 году и поэтически имъ описанъ. Не такъ далеко время, когда это явленіе было загадкой для науки и чаще всего относилось къ области непонятныхъ процессовъ, получающихъ начало и совершающихся въ верхнихъ слояхъ земной атмосферы.

Въ настоящее время загадки болѣе не существуетъ. Знаменитый итальянецъ Скіапарелли установилъ несомнѣнную связь метеоровъ съ кометами. *Падающія звѣзды—это продукты разложенія кометъ.* Это рой маленькихъ тѣлецъ, несущихся въ бездонныхъ областяхъ вселенной. Попадая въ верхніе слои земной атмосферы, каждое подобное тѣльце накаляется вслѣдствие движенія и чертитъ свою характерную свѣтлую нить на темномъ небосводѣ. Скіапарелли установилъ, что въ пространствѣ эти маленькія тѣльца могутъ двигаться по такимъ же кривымъ, по какимъ обыкновенно огибаютъ Солнце зашедшія въ нашу систему кометы. Для нѣкоторыхъ потоковъ оказалось возможнымъ подыскать и соотвѣтствующія кометы, по сходству ихъ орбитъ. «Слезы Св. Лаврентія», которыя наблюдаются ежегодно 10—11 августа н. ст., идутъ по кривой, которая опредѣляется совершенно такими же элементами, какъ и орбита третьей кометы 1862 года. Потокъ Леонидъ, наблюдавшійся нѣсколько разъ черезъ промежутки въ 33 года, 2-го ноября, идетъ по орбитѣ, имѣющей сходство съ орбитой кометы 1866 1-й, время обращенія которой какъ разъ тоже 33 года. Скіапарелли не ограничился этими сопоставленіями: онъ развилъ также соображенія, объясняющія механизмъ происхожденія метеоровъ изъ кометъ. Вещество кометы неплотное, несвязное. Подъ дѣйствіемъ солнечнаго притяженія, которое сообщаетъ переднимъ частицамъ большее ускореніе сравнительно съ задними, оно разлагается, раздѣляется на массу мелкихъ частицъ, послѣднія идутъ по тому же пути, сначала въ видѣ клубка или роя (см. рис. 247), а потомъ все больше растягиваясь, образуютъ кольцо вдоль всей орбиты. Комета перестаетъ существовать, на мѣсто ея является масса маленькихъ тѣлъ. Въ глубинѣ вѣковъ должно было произойти не мало такихъ дѣленій. Одно имѣло мѣсто недавно на нашихъ глазахъ. Кометы Біелы, какъ читателю извѣстно изъ предыдущихъ страницъ, болѣе не существуетъ. Она раздѣлилась сначала на двѣ большія части, потомъ разсыпалась на массу мелкихъ. Вмѣсто кометы 27 ноября 1872 и 1885 гг. наблюдались звѣздные дожди. Такимъ образомъ теорія Скіапарелли получила фактическое подтвержденіе. Послѣ кометы Біэлы случаи распаденія кометъ на нѣсколько частей не разъ наблюдались опять. При послѣднемъ появленіи кометы Галлея въ 1910 году нѣкоторые изъ астрономовъ на основаніи своихъ наблюденій вынесли мнѣніе, что и эта стариннѣйшая «гостья» нашей системы находится наканунѣ разложенія.

Итакъ, когда Земля въ своемъ движеніи пересѣкаетъ орбиту несущагося въ пространствѣ роя, или потока падающихъ звѣздъ, то получается явленіе такъ называемаго звѣзднаго дождя. Что падающія звѣзды носятся въ пространствѣ цѣлыми потоками, объ этомъ свидѣтельствуетъ также существованіе *радіантовъ*. Если въ продолженіе, наприм., ночи наблюдать падающія звѣзды и нанести путь каждой изъ нихъ на карту, то продолженіе этихъ путей въ сторону, обратную движенію падающихъ звѣздъ, докажетъ, что онѣ словно пучками исходятъ изъ нѣкоторой точки или, вѣрнѣе,—небольшой площадки неба, *площади радіаціи*, или радіанта (см. рис. 248).

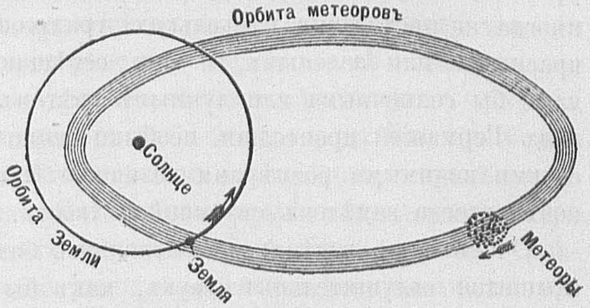


Рис. 247. Земля, пересѣкающая путь потока метеоровъ.

Подобные радіанты теперь насчитываются тысячами на видимой сферѣ небесной. Если же для какой-либо падающей звѣзды невозможно еще указать ея потокъ, опредѣлить ея радіантъ, то она носитъ названіе *спорадической*. Но принадлежитъ ли звѣзда къ тому или иному потоку, спорадическая ли она, или нѣтъ,—все равно: мы знаемъ, что всѣ эти звѣзды—явленія одного и того же порядка.

Звѣзднымъ потокамъ обыкновенно придаютъ названіе того созвѣздія, въ которомъ находится радіантъ этого потока. Такъ, потокъ, образовавшійся изъ продуктовъ разложенія кометы Біелы (біелиды) носитъ названіе Андромедидъ отъ созвѣздія Андромеды. Существуютъ точно также потоки Персеидъ, Леонидъ, Лираидъ, Оріонидъ, и т. д.... Систематическія наблюденія надъ падающими звѣздами и опредѣленіе ихъ радіантовъ принадлежитъ къ самымъ интереснымъ и доступнымъ для любителей. Необходимыя руководящія указанія по этому поводу желающіе найдутъ, между прочимъ, въ «Путеводителѣ по Небу» и въ «Звѣздномъ Атласѣ» проф. К. Д. Покровскаго, а также въ книгѣ проф. С. П. Глазенапа «Друзьямъ и Любителямъ Астрономіи».

Гораздо рѣже, но и гораздо эффектнѣе происходитъ появленіе такъ называемыхъ огненныхъ шаровъ *(болидовъ)* и паденіе метеорныхъ камней *(метеоритовъ, аэролитовъ)*. Падающія звѣзды въ собственномъ смыслѣ этого слова наблюдаются во всякое время. Они появляются въ самыхъ высокихъ слояхъ атмосферы; отъ нихъ не доходить до насъ никакого звука и, повидимому, они не достигаютъ земной поверхности. Не то приходится сказать объ аэролитахъ и въ особенности о болидахъ. Болиды, или огненные шары, съ виду, рѣзко отличаются отъ падающихъ звѣздъ какъ по внѣшнему виду, такъ и по нѣкоторымъ другимъ явленіямъ, ихъ сопровождающимъ. Они обыкновенно представляются въ видѣ

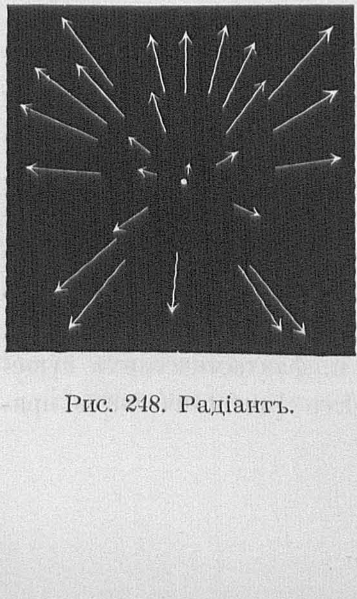


Рис. 248. Радіантъ.

ярко блестящихъ тѣлъ, движущихся сравнительно медленно, видныхъ иногда на протяженіи нѣсколькихъ градусовъ. Часто цвѣтъ ихъ бываетъ краснымъ или зеленымъ, и они освѣщаютъ огромныя пространства какъ бы солнечнымъ или луннымъ свѣтомъ. Въ 1861 и 1863 годахъ надъ Германіей пронеслисъ необыкновенно яркіе болиды, достигавшіе своими видимыми размѣрами величины луннаго диска. Сзади болида почти всегда замѣтенъ свѣтящійся хвостъ.

Очень часто вслѣдъ за появленіемъ болида черезъ нѣкоторое время слышится оглушительный звукъ, какъ бы выстрѣлъ, и болидъ исчезаетъ, разсыпаясь иногда на множество болѣе мелкихъ тѣлъ. Нѣкоторые болиды, однако, повидимому, не взрываются; появляясь совершенно безшумно, они также безшумно исчезаютъ. Уходятъ ли они снова въ міровое пространство или только звукъ отъ ихъ взрыва не доносится до насъ—на это отвѣтить трудно. Во всякомъ случаѣ, принимая во вниманіе, что высота болидовъ надъ земною поверхностью достигаетъ 100 километровъ (а иногда и больше), нужно полагать, что, во-первыхъ, болидъ содержитъ газообразныя вещества, а во-вторыхъ, что сила взрыва необычайно велика. Иначе трудно себѣ представить, какимъ образомъ звукъ, происшедшій на такой громадной высотѣ, гдѣ упругость воздуха почти равна нулю, можетъ доноситься столь сильнымъ до нашего слуха.

Вслѣдъ за подобнаго рода взрывомъ иногда наблюдаютъ *паденіе* метеоритовъ на Землю. Иногда же такое паденіе предварительнымъ взрывомъ не сопровождается. Во всякомъ случаѣ фактъ паденія на Землю тяжелыхъ массъ въ настоящее время установленъ несомнѣнно и точно такъ же, какъ несомнѣнно установлено *внѣземное* происхожденіе этихъ падающихъ тѣлъ. Другими словами,—метеориты и аэролиты попадаютъ къ намъ изъ мірового междупланетнаго пространства, это—тѣла такъ называемаго *космическаго* происхожденія. Выясненіе этого вопроса имѣетъ свою длинную интересную исторію, одну изъ тѣхъ рѣдкихъ исторій, когда наука отнеслась съ полнымъ недовѣріемъ къ народнымъ, «баснямъ», какъ ей казалось,—и наука оказалась неправой.

Народъ искони зналъ, что камни падаютъ съ «неба». Но въ виду внезапности самаго явленія паденія камней и грандіозности свѣтовыхъ и звуковыхъ эффектовъ, которыми оно обыкновенно сопровождается, явленіе это всегда возбуждающе дѣйствовало на воображеніе народной массы, и въ народныхъ сказаніяхъ объ этомъ интересномъ явленіи, по бо̀льшей части, упоминается, какъ объ «огненномъ зміѣ», объ «изрыгающемъ пламень чудовищѣ» и т. п. фантастическихъ существахъ. Понятное дѣло, что ученые, въ виду тѣхъ фантастическихъ прикрасъ, которыми были приправлены разсказы о падающихъ камняхъ, долгое время относились съ недовѣріемъ и къ самому факту паденія камней изъ межпланетнаго пространства, считая его за вымыселъ народной фантазіи. Поэтому-то, даже въ 1803 г., когда фактъ паденія тысячи камней (каменный дождь) съ неба близъ города Лэгля́ во Франціи былъ оффиціально засвидѣтельствованъ и сообщенъ мэромъ этого городка министру внутреннихъ дѣлъ, то нѣкоторыя газеты подняли мэра на-смѣхъ, а другія даже сожалѣли о населеніи города, во главѣ управленія котораго стоитъ столь невѣжественный человѣкъ, способный вѣрить всякимъ небылицамъ. Тѣмъ не менѣе народная молва объ этомъ событіи росла и волновала умы, въ виду чего министръ внутреннихъ дѣлъ предложилъ Парижской академіи командировать изъ своей среды кого-либо для разслѣдованія вопроса, откуда могъ возникнуть подобный слухъ. Парижская академія командировала извѣстнаго физика Біо, который вполнѣ подтвердилъ сообщенный мэромъ фактъ, прибавивъ, что площадь, покрытая нѣсколькими тысячами камней, вѣсомъ отъ $^1/_2$ лота до 17 ф., была эллипсоидной формы и имѣла въ длину около 8 верстъ (2 льё), а въ ширину около 4-хъ (1 лье), при чемъ самые крупные камни выпали въ юго-восточномъ концѣ эллипса, а самые мелкіе въ сѣверо-западномъ углу его, средніе же по величинѣ лежали по серединѣ. Всѣ они имѣли форму неправильнаго вида обломковъ сѣраго цвѣта съ блестками внутри, а снаружи были покрыты матовой черной корой. Объ обстоятельствахъ паденія ихъ Біо сообщаетъ, между прочимъ, слѣдующія свѣдѣнія, засвидѣтельствованныя сотнями очевидцевъ:

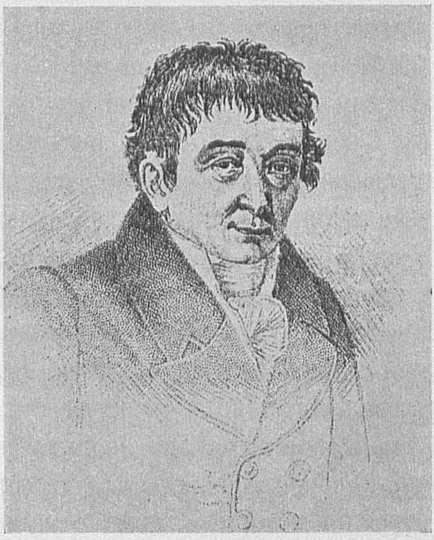


Рис. 249. Хладни.

«26-го апрѣля 1803 года, около 1 часу дня, жители Лэгля и его окрестностей увидѣли быстро двигавшееся съ юго-востока облако, изъ котораго раздалось нѣсколько ударовъ, подобныхъ пушечнымъ выстрѣламъ, а затѣмъ послѣдовалъ шумъ, въ родѣ ружейной перестрѣлки, длившійся около 5—6 минутъ, и вскорѣ посыпались на землю камни. Число собранныхъ камней было около 2—3 тысячъ».

Несмотря на то, что сообщеніе это было сдѣлано такимъ выдающимся физикомъ, какъ Біо, многіе ученые все же съ недовѣріемъ относились къ самому факту, а знаменитый геологъ и метеорологъ того времени Де-Люкъ писалъ по этому поводу слѣдующее: «Я вѣрю, потому что *вы* это говорите, но не повѣрилъ бы, если бы самъ видѣлъ это собственными глазами».

Теперь въ фактѣ паденія «камней» изъ междупланетнаго пространства наука, — повторяемъ, — не сомнѣвается; и заслуга въ установленіи истиннаго взгляда на происхожденіе метеоритовъ принадлежитъ прежде всего физику *Хладни* (1756—1827), одному изъ основателей теоріи звука. Въ 1794 году Хладни обнародовалъ небольшое сочиненіе, гдѣ, сопоставляя всѣ имѣвшіяся свѣдѣнія о метеоритахъ, рѣшительно высказываетъ мнѣніе о космическомъ происхожденіи метеоритовъ. Мнѣніе это подверглось вначалѣ не только критикѣ, но было просто-на-просто осмѣяно. Вскорѣ, однако, оно получило всеобщее признаніе.

Точно также есть полное основаніе утверждать, что и безшумно мелькающія въ высотѣ «падающія звѣзды», и ослѣпительные огненные шары, болиды, и падающіе въ одиночку или цѣлыми дождями метеориты—все это различныя выраженія явленій одного и того же порядка. По всевозможнымъ направленіямъ въ безконечности пространства носятся огромные рои и потоки матеріи, — продукты разложенія тѣхъ или иныхъ небесныхъ тѣлъ. Попадая въ атмосферу Земли, эта космическая матерія, въ зависимости отъ обстоятельствъ, и даетъ явленія то «спорадическихъ» падающихъ звѣздъ, то звѣздныхъ дождей и потоковъ, то, наконецъ, болидовъ, метеоритовъ и аэролитовъ, изученіе физическаго строенія которыхъ даетъ основанія дѣлать общія заключенія о строеніи вещества во вселенной вообще.

Мало того,—помимо общихъ взглядовъ и заключеній относительно метеоритовъ наука послѣдняго времени обогатилась и драгоцѣнными частностями. Такъ, напр., для человѣка астрономической науки почти не подвержено сомнѣнію, что метеоритъ, упавшій въ Америкѣ ночью съ 27 на 28 ноября 1885 года во дворъ мексиканскаго фермера (ранчеро), принадлежитъ къ продуктамъ разложенія той самой кометы Біелы, о которой намъ уже не разъ приходилось говорить. Въ эту ночь Земля какъ разъ пересѣкала потокъ несущихся въ пространствѣ біелидъ, и астрономъ Бонилья въ Закатекаской астрономической обсерваторіи (Мексика) наблюдалъ обильный звѣздный дождь. О паденіи метеорита ранчеро, во дворѣ котораго онъ упалъ, разсказалъ профессору такія интересныя подробности:

«Въ 9 час. вечера (27-го ноября 1885 г.), когда я кормилъ лошадей въ загонѣ, я услышалъ шумъ (шипѣніе?), подобный тому, который происходитъ, если бросить раскаленное до-красна желѣзо въ холодную воду, *почти-что одновременно* съ этимъ раздался сухой, довольно сильный ударъ, а затѣмъ я увидѣлъ, что поверхность всего двора (corral) покрылась фосфорическимъ свѣтомъ и въ воздухѣ носились свѣтящіяся искорки, точно отъ фейерверка.

«Не успѣлъ я опомниться, какъ этотъ свѣтъ исчезъ, и на поверхности земли остался только въ одномъ мѣстѣ свѣтъ, подобный тому, какъ если въ темнотѣ потереть фосфорной спичкой.

«Нѣсколько человѣкъ изъ моихъ сосѣдей выбѣжали изъ хижинъ и помогли мнѣ успокоить лошадей, которыя отъ испуга начали метаться изъ стороны въ сторону. Мы всѣ недоумѣвали, что̀ случилось, и не рѣшались войти во дворъ изъ боязни быть обожженными. Придя въ себя, мы замѣтили, что фосфорическій свѣтъ исчезъ, и тогда, освѣтивъ землю искусственнымъ свѣтомъ (luces artificiales — факелы?), мы нашли въ одномъ мѣстѣ углубленіе, въ которомъ лежала огненная (раскаленная?) глыба. Всѣ мы отскочили, опасаясь, чтобы ее не взорвало и насъ не поранило. Обративъ затѣмъ наши удивленные взоры къ небу, мы замѣтили на немъ отъ времени до времени истеченіе (exalasiones) звѣздъ, которыя гасли черезъ нѣсколько мгновеній безъ всякаго шума; мы видѣли многія—многія звѣзды двигавшимися и угасавшими... По прошествіи нѣкотораго времени вернулись мы къ ямѣ и нашли въ ней еще горячій камень; на слѣдующій день мы увидѣли, что онъ былъ похожъ на кусокъ желѣза... И въ слѣдующую затѣмъ ночь наблюдался звѣздный дождь, хотя мы не замѣтили, чтобы какая-либо изъ звѣздъ упала на Землю: всѣ онѣ гасли высоко надъ Землей».

— Вотъ безыскусственный разсказъ ранчеро о видѣнномъ имъ явленіи, — прибавляетъ отъ себя профессоръ Бонилья. — Изъ этого разсказа я могъ замѣтить, что, хотя ранчеро и не получилъ никакого образованія, но былъ отъ природы одаренъ наблюдательностью.

Доставленный астроному Бонильѣ упавшій кусокъ вѣсилъ около $9^3/_4$ фунта (4 килограмма).

Въ распоряженіи науки теперь имѣется значительное количество этихъ упавшихъ изъ глубины невѣдомаго пространства тѣлъ. Изученіе ихъ доказываетъ, что по своему составу метеориты дѣлятся на: 1) состоящіе по преимуществу изъ каменистой массы съ блестками въ ней металлическаго желѣза и сѣрнистаго желѣза, 2) состоящіе по преимуществу изъ металлическаго желѣза съ небольшой примѣсью каменистыхъ частей, и наконецъ 3) весьма рѣдко попадаются метеориты, состоящіе изъ каменистой массы, пропитанной бо̀льшимъ или мѐньшимъ количествомъ *органическаго* вещества, похожаго на нашу нефть. Словомъ, если судить по имѣющимся у науки даннымъ, то и тамъ, въ неземныхъ мірахъ, строеніе матеріи по составу не отличается отъ того, что наблюдается здѣсь, на Землѣ.

Въ заключеніе читателю, быть можетъ, полезно будетъ принять къ свѣдѣнію, что метеориты признаются государственной собственностью, и что всякій нашедшій метеоритъ долженъ передать его за извѣстное вознагражденіе въ ближайшій государственный или общественный музей.

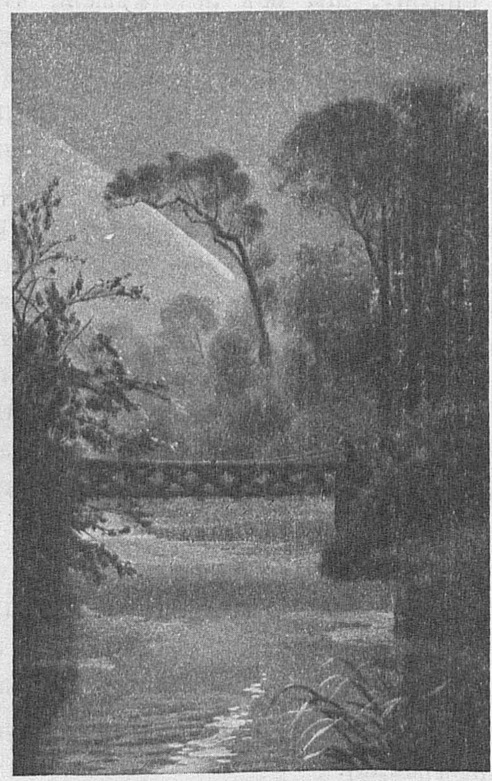


Рис. 250. Ландшафтъ съ большой кометой на небѣ.
По картинѣ Гардера.

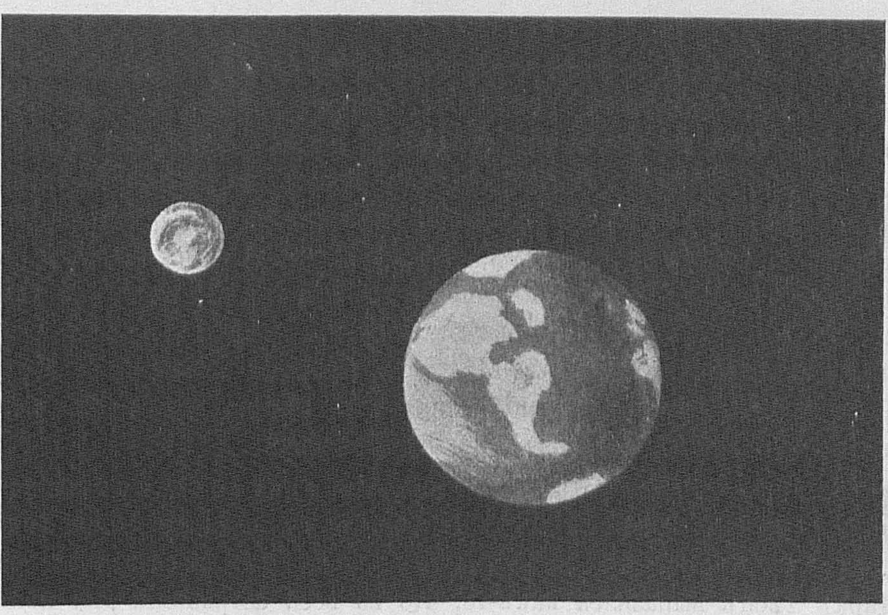


Рис. 251.—Земля и Луна въ пространствѣ.

Земля и Луна.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ.

Мѣсто Земли въ мірозданіи. — Фигура Земли. — Опытное доказательство ея шарообразности. — Христофоръ Колумбъ и другіе мореплаватели. — Географическія координаты и черченіе географическихъ картъ. — Доказательство обращенія Земли около Солнца (Аберрація). — Доказательство суточнаго вращенія Земли (опытъ Фуко). — Колебанія земной оси. — Слѣдствія наклоненія земной оси къ эклиптикѣ. — Болѣе точное опредѣленіе размѣровъ и фигуры Земли. — Плотность и внутреннее состояніе Земли. — Образованіе земной поверхности (теоріи катастрофъ и эволюціонная теорія, горообразованіе). — Вулканы и сейсмическія явленія вообще. — Тектоническіе и денудаціонные процессы. — Возрастъ Земли. — Геологическое лѣтоисчисленіе. — Эры и эпохи. — Гаданія «о кончинѣ міра».

Съ тѣхъ поръ какъ было доказано, что мнѣніе, будто Земля — «центръ», а человѣкъ — «царь» вселенной, есть самообольщеніе, съ развитіемъ знаній приходится отводить нашей Землѣ все болѣе и болѣе скромное мѣсто въ безчисленномъ ряду тѣлъ мірозданія. Быть можетъ, объ этомъ скромномъ и незамѣтномъ положеніи Земли съ населяющимъ ее человѣкомъ и одинокимъ спутникомъ Луной наилучшее представленіе дастъ нижелѣдующій довольно распространенный примѣръ.

Вообразимъ на минуту, что существуетъ почтовое сообщенiе между всѣми мiрами вселенной. Допустимъ, что мы можемъ переписываться съ воображаемыми жителями не только, напр., Марса или Венеры и всякаго иного свѣтила нашей системы вплоть до самого Солнца, но также съ жителями любой звѣзды и ея системы въ любомъ созвѣздiи вселенной. Теперь представимъ, что въ Петербургѣ на Невскомъ проспектѣ въ д. № 000 (или въ иномъ любомъ городѣ на любой улицѣ) живетъ нѣкто Иванъ Ивановичъ Ивановъ, который переписывается съ господиномъ, живущимъ... гдѣ-то въ созвѣздiи Большой Медвѣдицы. Какъ долженъ этотъ послѣднiй адресовать письмо, чтобы оно попало сначала на Землю, а потомъ къ г-ну Иванову?

Прежде всего необходимо, конечно, чтобы письмо изъ системы какой-либо звѣзды Большой Медвѣдицы попало въ систему нашей звѣзды, т. е. нашего Солнца. Извѣстный американскiй писатель-юмористъ Маркъ Твенъ выразился какъ-то, что во всей астрономiи для него въ особенности удивительно одно, а именно: какъ это астрономы узнаютъ названiя звѣздъ... Разумѣется, мы не знаемъ и не узнаемъ, какъ зовутъ наше Солнце и нашу Землю тѣ разумныя существа другихъ мiровъ, которыя знаютъ о ихъ существованiи. Но допустимъ, что Солнце они такъ-таки и называютъ «Солнцемъ», а Землю—«Землей». Какъ же имъ слѣдуетъ адресовать въ концѣ концовъ г-ну Иванову то письмо, о которомъ мы говоримъ?

Письмо это будетъ пересылаться по безпредѣльной «вселенной», поэтому необходимо въ адресѣ все точнѣе и точнѣе опредѣлять данное мѣсто во вселенной. Прежде всего, такъ какъ Солнце есть, какъ мы знаемъ, одна изъ звѣздъ огромнаго Млечнаго Пути, въ адресѣ необходимо написать «Въ Млечномъ Пути. Но послѣднiй въ свою очередь состоитъ изъ нѣсколькихъ звѣздныхъ облачныхъ скопленiй, или кучъ. Назовемъ ту кучу, къ которой принадлежитъ Солнце, «Первой звѣздной кучей». Эти слова тоже надо будетъ поставить на конвертѣ письма. Когда письмо попадаетъ въ эту звѣздную кучу, то почтовому чиновнику одной изъ станцiй вселенной для дальнѣйшаго направленiя письма уже достаточно будетъ словъ: «Система Солнца»,—и онъ направитъ письмо въ нашу систему. Но, очутившись въ солнечной системѣ, письмо только тогда попадаетъ къ намъ, если на конвертѣ будетъ написано слово «Земля». Разъ письмо попало на Землю, то здѣсь уже оно пойдетъ по назначенiю обычными и намъ извѣстными путями. Послѣ слова «Земля» надо еще написать: «Европа, Россiя, С.-Петербургъ, Невскiй проспектъ, д. № 000, г-ну И. И. Иванову». Посмотримъ теперь, какой получается адресъ:

Млечный Путь.
Первая звѣздная куча.
Система Солнца.
Земля.
Европа.
Россія.
Петербургъ.
Невскій пр., д. № 000.
Г-ну И. И. Иванову.

Адресъ, повидимому, полонъ. Но все же нужно быть очень опытнымъ и знающимъ почтовымъ чиновникомъ вселенной, чтобы даже по этому адресу направить письмо, какъ слѣдуетъ, и оно дошло бы до Земли. Прежде всего наше Солнце сравнительно незамѣтная звѣзда среди другихъ звѣздъ; а затѣмъ еще большой вопросъ: не дѣлится ли эта заключающая наше Солнце «первая звѣздная куча» въ свою очередь на нѣсколько кучъ, — такъ въ какую же именно направить? Кромѣ того, посылка письма изъ иной области пространства въ нашу солнечную систему—похожа на посылку телеграммы на Землѣ въ догонку курьерскому поѣзду. Съ быстротою около 20-ти верстъ въ секунду мчится Солнце среди пространства, увлекая за собою всю свою «систему» съ нашей Землей-пылинкой. Необходимо разсчитать почтовую отправку такъ, чтобы поймать увлекаемую Солнцемъ Землю какъ разъ во-время на ея вихреобразномъ спиральномъ пути!

Этотъ примѣръ письма, путешествующаго въ пространствѣ въ погонѣ за Землей, дастъ довольно наглядное представленіе о мѣстѣ послѣдней въ ряду міровыхъ тѣлъ. Приходилось также, и не разъ, говорить намъ объ относительно ничтожной величинѣ Земли по сравненію ея съ другими тѣлами, наприм. съ Солнцемъ. Не дѣлается ли иному пожалуй, «обидно» за Землю? Не заподозритъ ли кто науку въ стремленіи чуть ли не «унизить» нашу прекрасную планету? Какъ! эту огромную арену человѣческой жизни, человѣческой исторіи, человѣческаго счастья, горя и всевозможныхъ переживаній наука выставляетъ какой-то еле замѣтной крошкой среди величія мірозданія! Да стоитъ ли придавать значеніе выводамъ такой науки, которая только и твердитъ о нашемъ ничтожествѣ и незамѣтности!.. Если бы у кого хоть на мгновенье мелькнула подобная мысль, то, значитъ, онъ на ложномъ пути. Нѣтъ, не о ничтожествѣ, а о величіи и силѣ человѣческаго ума говоритъ намъ прежде всего астрономія, такъ какъ въ *самоопредѣленіи* и *самосознаніи* прежде всего лежитъ отличіе человѣка развитого отъ живу-

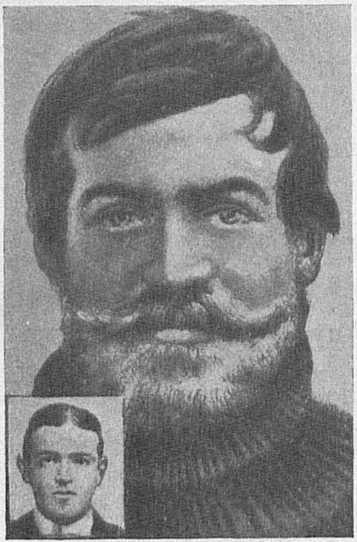


Рис. 252. Шекльтонъ до и послѣ путешествія.

щаго просто растительной жизнью существа. «Познай самого себя», училъ еще древній мудрецъ Сократъ, и тогда только ты нѣсколько приблизишься къ совершенству. Это самопознаніе раздвигается теперь еще дальше и выносится за предѣлы одного внутренняго нравственнаго міра человѣка. Чтобы хоть сколько-нибудь удовлетворительно отвѣтить на вопросъ, кто мы и что мы, что можемъ и чего нѣтъ, прежде всего необходимо точно и ясно учесть свое происхожденіе, мѣсто и роль въ общей цѣпи мірозданія.

Впрочемъ, если взглянуть на дѣло съ другой стороны, то при всей относительной малости Земли — для насъ она представляетъ все же слишкомъ еще много загадокъ и слишкомъ большое поле неизвѣданнаго, неизвѣстнаго и нерѣшеннаго. Чѣмъ точнѣе и требовательнѣе становится наука, тѣмъ съ большимъ числомъ необъяснимаго или плохо объяснимаго ей приходится имѣть дѣло. Поле изслѣдованій о нашей конечной Землѣ, можно сказать, почти безконечно, а обработана только весьма малая его часть. И изъ области этого извѣстнаго мы возьмемъ по преимуществу только то, что расширитъ и дополнитъ наши свѣдѣнія объ общемъ строеніи и происхожденіи наполняющихъ вселенную міровъ. Начнемъ прежде всего съ опытовъ и наблюденій, позволяющихъ сдѣлать несомнѣнныя заключенія какъ о фигурѣ Земли, такъ и о ея годовомъ и суточномъ движеніи.

Въ настоящее время не можетъ быть сомнѣній ни относительно общаго вида поверхности Земли, ни относительно ея приблизительныхъ размѣровъ. Ожесточенные споры, волновавшіе когда-то по этому поводу человѣчество, пережитки, миѳы и преданія глубокой старины и различныхъ цивилизацій различныхъ народностей, всякаго рода изысканія, исходящія отъ чистаго разума или отъ священнаго писанія—все это должно было отступить на второй планъ предъ великой доказательной силой непосредственнаго опыта и наблюденія. Десятки и сотни тысячъ судовъ, паровыхъ и иныхъ поѣздовъ ежедневно бороздятъ нынѣ моря и сушу Земли по всевозможнымъ направленіямъ; десятки и сотни ученыхъ экспедицій ежегодно отправляются во всѣ возможные уголки земной поверхности для всевозможныхъ изслѣдованій. Такъ что еже-

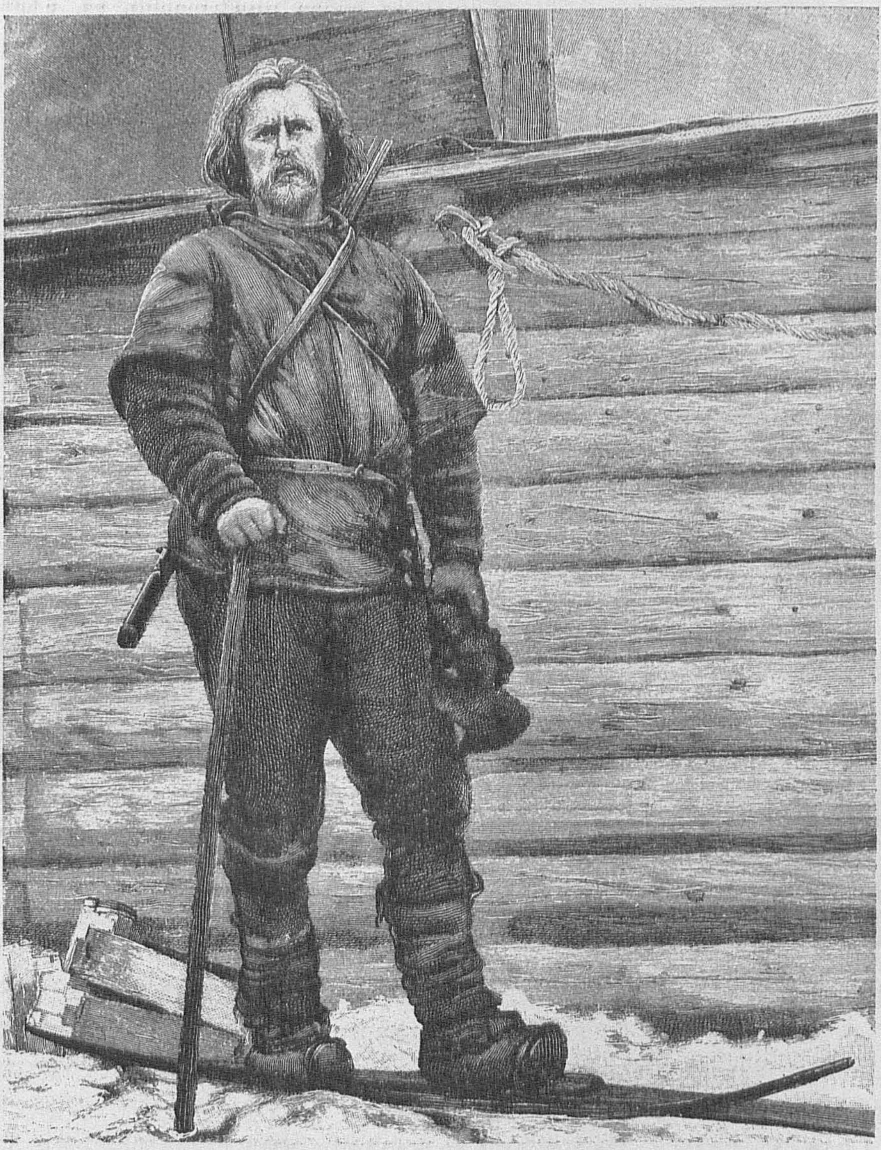


Рис. 253.—Фритьофъ Нансенъ послѣ его возвращенія изъ полярнаго путешествія (въ 1896 г.).

дневный, можно сказать, опытъ учитъ, что Земля ограничена замкнутой *шарообразной* поверхностью; а размѣры ея для практическихъ цѣлей опредѣлены сплошь и рядомъ настолько хорошо, что время сообщенія между отдаленнѣйшими пунктами Земли разсчитывается съ точностью до часовъ и даже минутъ. Тысячи странствующихъ по дѣламъ или ради науки, или просто отъ скуки, путешественниковъ могутъ всегда подтвердитъ, что если отправиться изъ извѣстнаго мѣста и ѣхать постоянно все на западъ или востокъ, то снова прибываешь къ мѣсту отправленія, но только съ другой стороны. Словомъ, такъ называемыя «кругосвѣтныя» путешествія сдѣлались обыкновеннымъ дѣломъ.

Одного еще не удалось сдѣлать человѣку. Это — объѣхать вокругъ земной шаръ, держась постоянно направленія съ сѣвера на югъ или обратно. Великія снѣжныя пустыни и могущественныя скопленія льда въ такъ называемыхъ полярныхъ областяхъ ставятъ человѣку почти неодолимыя преграды. И тѣмъ не менѣе энергія человѣка превозмогаетъ все. Въ 150 километрахъ отъ южнаго полюса уже развѣвается британскій флагъ, водруженный (9-го января 1909 года) смѣлымъ мореплавателемъ нашихъ дней Шекльтономъ. Достиженіе Сѣвернаго полюса послѣ путешествій Нансена тоже, можно думать, не заставитъ себя долго ожидать, отбрасывая даже сомнительныя свидѣтельства на этотъ счетъ Кука и Пири, надѣлавшихъ въ 1909 и 1910 году много шума заявленіями, что они этотъ полюсъ уже посѣтили. Такимъ образомъ шарообразность Земли доказана *опытнымъ* путемъ, и понятіе о Землѣ, какъ о «шарѣ», нынѣ настолько распространено и настолько ясно грамотному человѣку, что обыкновенно совершенно забывается, какъ сравнительно недавно оно сдѣлалось господствующимъ, и что со временъ перваго кругосвѣтнаго путешествія (Магеллана) не прошло еще и четырехъ столѣтій. Это небольшой срокъ даже для человѣческой исторіи.

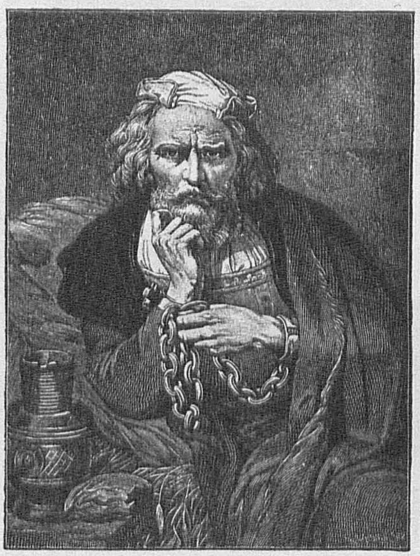


Рис. 254. Христофоръ Колумбъ.

Сидя на палубѣ роскошнаго и мощнаго трансатлантическаго или тихоокеанскаго парохода, любой пассажиръ менѣе всего опасается нынѣ попасть на «край Земли» и свалиться въ какую-то таинственную бездну. И врядъ ли кто серьезно задумается о томъ, какое огромное количество энергіи, ума, таланта и здоровья долженъ былъ затратить на устраненіе подобныхъ опасеній у своихъ матросовъ *Христофоръ Колумбъ* (1456—1506),—этотъ Коперникъ мореплаванія.

Имя этого великаго человѣка въ исторіи науки о Землѣ будетъ несомнѣнно жить до тѣхъ поръ, пока будетъ существовать сама наука. Нужды нѣтъ, что Колумбъ, въ сущности, не совершилъ кругосвѣтнаго путешествія, что открытый имъ новый великій материкъ онъ прини-

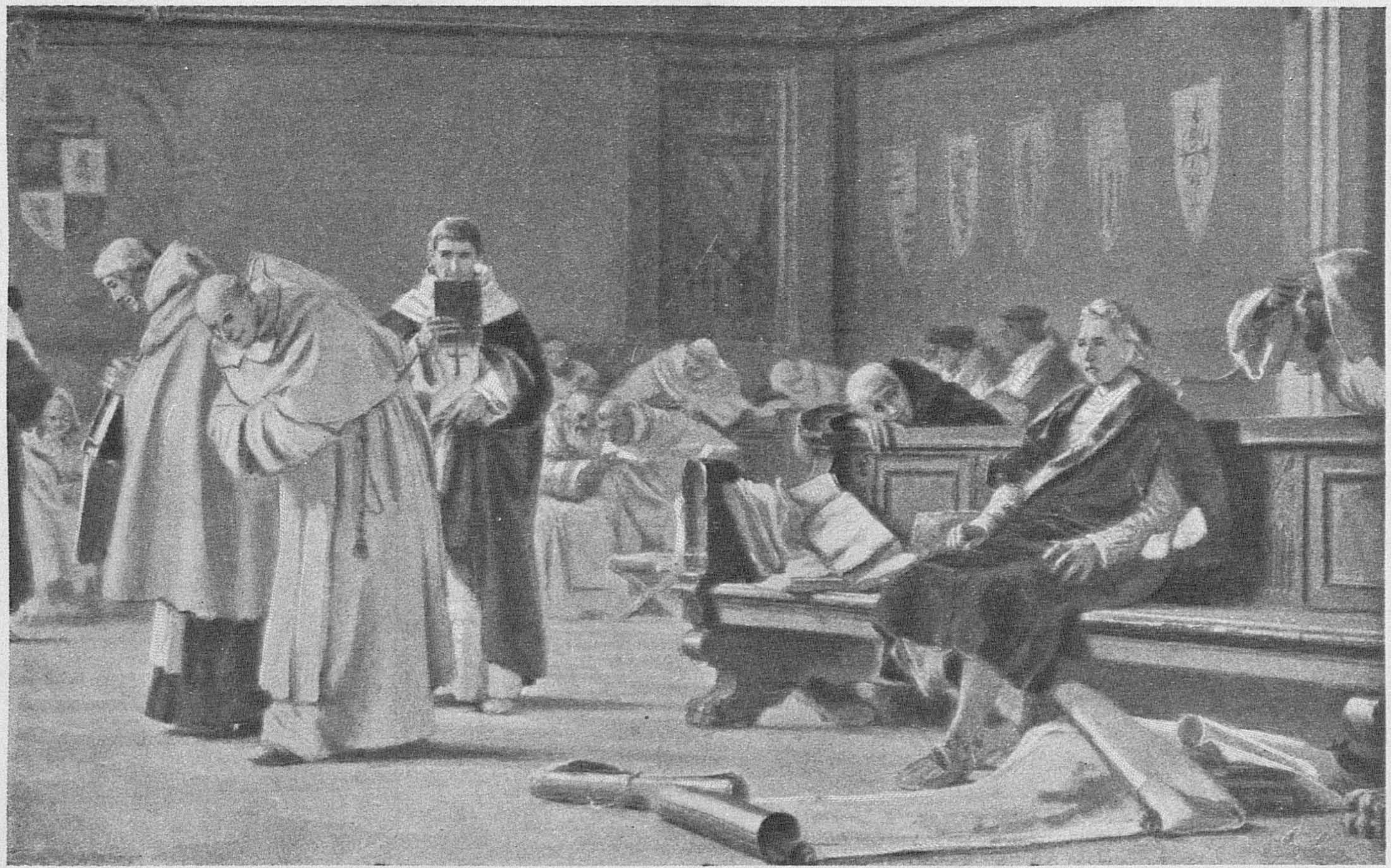


Рис. 255. Колумбъ терпитъ неудачу въ Саламанкѣ предъ духовнымъ совѣтомъ.
По картинѣ Барабино.

малъ за берега и острова старой Азіи и умеръ въ заблужденіи, что достигъ азіатской Индіи. Эта ошибка лучше всего свидѣтельствуетъ именно о томъ глубокомъ убѣжденіи великаго итальянца въ шарообразности Земли, которое постоянно укрѣпляло желѣзную настойчивость въ достиженіи имъ своей великой цѣли.

На первыхъ страницахъ настоящей книги уже упомянуто, что мнѣніе о шарообразности Земли теоретически высказывалось еще въ глубокой древности. Заглушенное на протяженіи тысячелѣтій иными ученіями и понятіями, оно въ эпоху Колумба начало опять всплывать на поверхность и сдѣлалось достояніемъ наиболѣе независимыхъ и проницательныхъ умовъ того времени. Такъ, наприм., извѣстно, что итальянскій астрономъ Тосканелли (род. 1397 г.) былъ убѣжденнымъ сторонникомъ ученія о шарообразности Земли и, будучи уже глубокимъ старцемъ, сильно поддерживалъ планы Колумба доказать это ученіе непосредственнымъ опытомъ, который считался, вообще говоря, одними безуміемъ, а другими ересью. Послѣднее по тому времени было еще хуже безумія, ибо прямо вело человѣка на инквизиціонный костеръ. И однако настойчивость и глубина истинно *научнаго* знанія и убѣжденія Колумба не только спасли его отъ прямого обвиненія въ ереси, но даже побѣдили непобѣдимое,—т. е. тупое и невѣжественное упорство монаховъ, которые, чуть ли не за единственнымъ исключеніемъ, были противъ предпріятія Колумба. Набожная Изабелла и алчный скупецъ Фердинандъ все же поддались его пламеннымъ убѣжденіямъ. 3-го августа 1492 года Колумбъ, во главѣ трехъ небольшихъ кораблей, отплылъ на западъ въ невѣдомое море, а 12 октября того же года на одномъ изъ его кораблей раздался знаменитый крикъ: «Земля!», обозначавшій начало новой эпохи въ исторіи человѣчества. Съ этого же момента великій бездомный скиталецъ принималъ по условію съ испанскимъ правительствомъ блестящій титулъ вице-короля всѣхъ новооткрытыхъ земель. Ненадолго, впрочемъ... Знаки вице-королевскаго достоинства скоро смѣнились желѣзными цѣпями; и великому мореплавателю, скованному и въ грязномъ и темномъ трюмѣ корабля, пришлось лишній разъ переплыть тотъ океанъ, тайны котораго онъ съ такой безпримѣрной смѣлостью обнаружилъ.

Исторія знаетъ слишкомъ много примѣровъ человѣческой неблагодарности и холоднаго вѣроломства, тѣмъ не менѣе неблагодарность и вѣроломство, которыя были проявлены Фердинандомъ и его правительствомъ по отношенію къ Колумбу, справедливо считаются безпримѣрными. Вообще поучительна и интересна исполненная бѣдствій, треволненій и всякаго рода превратностей жизнь этого замѣчательнаго человѣка,—тѣмъ болѣе поучительна, что Колумбъ совсѣмъ не былъ столь распро-

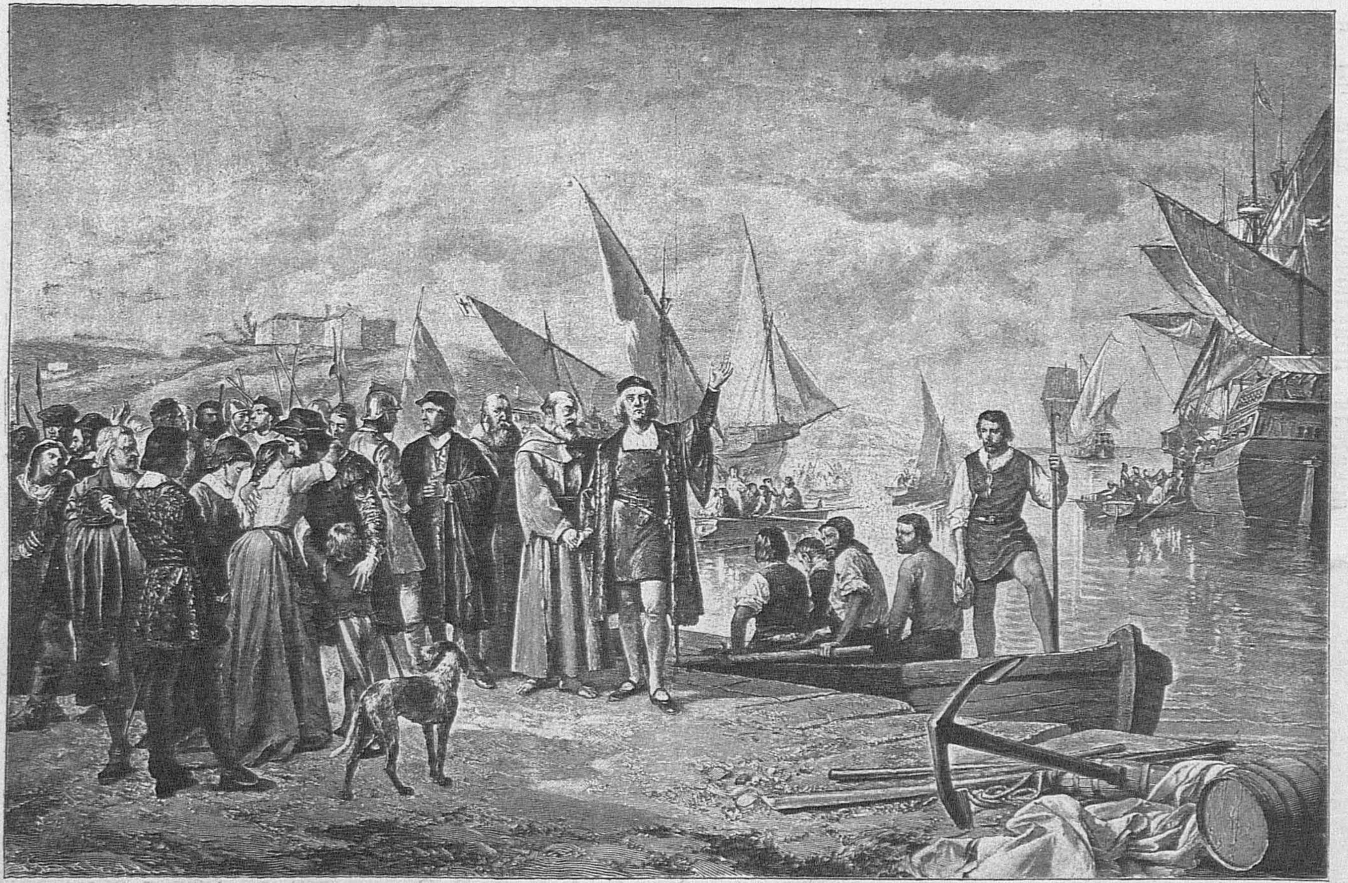


Рис. 256. Колумбъ отправляется изъ гавани Палосъ 3 августа 1492 г.

По картинѣ Ренардо Балака въ La Plata-Museum.

страненнымъ въ его времена типомъ искателя приключеній, хотя бы и геніальнаго. Напротивъ, всѣ силы своего мощнаго ума и непоколебимую энергію онъ направлялъ къ одной возвышенной цѣли — на служеніе наукѣ и Богу. Онъ былъ глубоко религіознымъ и, при желѣзной стойкости, на удивленіе гуманнымъ человѣкомъ.

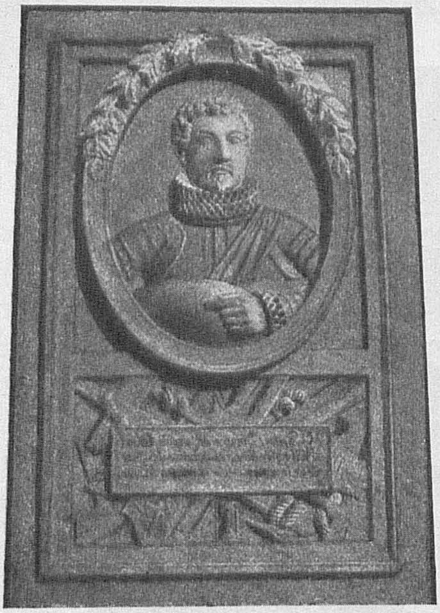


Рис. 257. Надгробная плита надъ могилой Колумба въ каѳедральномъ соборѣ въ Гаваннѣ.

Открытіемъ Колумба начинается тотъ рядъ удивительныхъ, исполненныхъ всякихъ трудностей и приключеній путешествій, завоеваній и открытій, которыми сопровождалась, начиная съ XVI-го столѣтія, и сопровождается вплоть до нашихъ дней исторія изученія земной поверхности и населяющаго ее животнаго и растительнаго міра. Исторія невѣроятно труднаго перваго кругосвѣтнаго путешествія Магеллана (въ 20-хъ годахъ XVI-го столѣтія) до сихъ поръ читается съ захватывающимъ интересомъ и всегда будетъ свидѣтельствовать о томъ, что можетъ свершить *воля* только одного человѣка. Попытка Васко де Гама достигнуть Индіи, придерживаясь все время восточнаго направленія вмѣсто принятаго Колубомъ западнаго, также составляетъ эпоху въ исторіи изученія Земли. Длинный списокъ славныхъ именъ можно было бы прибавить къ названнымъ тремъ именамъ вплоть до Нансена и Шекльтона нашихъ дней. Изъ однихъ описаній путешествій послѣ Колумба можно составить библіотеку въ тысячи томовъ. Къ сожалѣнію, не одни благородныя побужденія руководили людьми. Всякаго рода искатели, легкой наживы, предпріимчивые авантюристы, или просто разбойники по нашимъ понятіямъ, всякіе любители сильныхъ ощущеній ринулись вслѣдъ за Колумбомъ. Разбоемъ, грабежомъ, кровью и полнымъ разрушеніемъ нѣкоторыхъ самобытныхъ цивили-

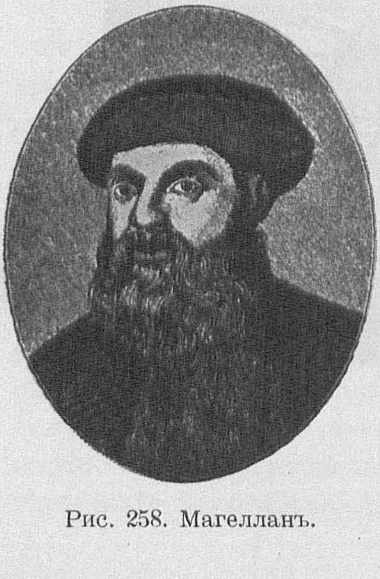


Рис. 258. Магелланъ.

зацій (напр. Мексики и Перу) было ознаменовано непосредственное «опытное доказательство» шарообразности земной поверхности.

Съ развитіемъ знаній объ истинной фигурѣ Земли и устройствѣ ея поверхности самъ собой получилъ особую важность вопросъ о точномъ опредѣленіи положенія мѣстъ на Землѣ и о возможно совершенныхъ географическихъ картахъ. Хотя мы и предполагаемъ, что читатель умѣетъ разобраться въ географической картѣ, тѣмъ не менѣе напомнимъ вкратцѣ основы географической сѣтки (географическихъ координатъ) и остановимся нѣсколько на способахъ черченія географическихъ картъ.

Положеніе любой точки на земной поверхности, которую будемъ пока принимать за правильную шаровую поверхность, опредѣляется ея географической *широтой* и *долготой*, обѣ эти «координаты» отсчитываются по мысленно проводимымъ на земной поверхности кругамъ: *меридіанамъ* и *параллелямъ*. Пояснимъ, что это за круги и какъ по нимъ отсчитываются географическія широты и долготы.

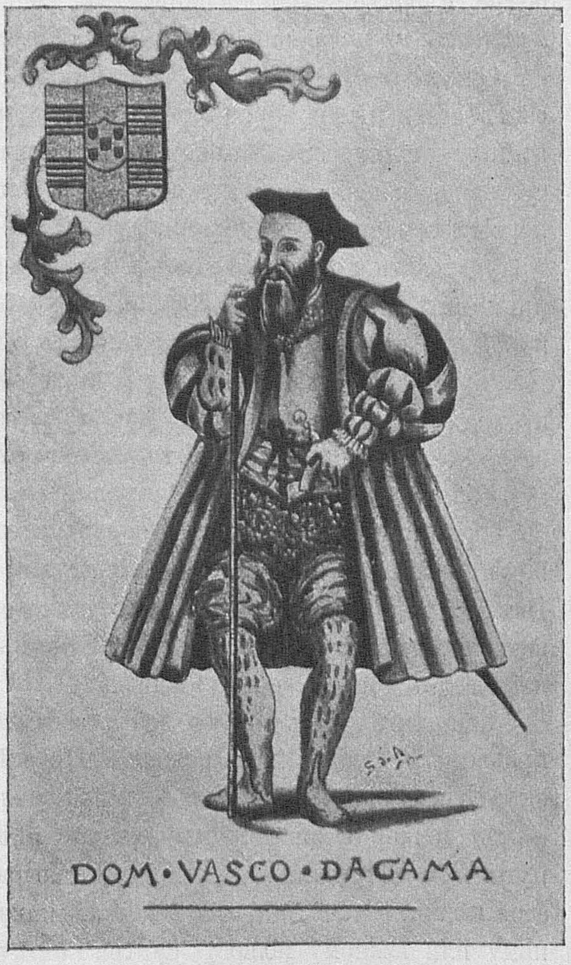


Рис. 259. Васко да Гама.

Изъ предыдущаго (см. стр. 80—84) читатель уже имѣетъ вполнѣ опредѣленное понятіе, объ *оси* и *полюсахъ міра* и о *небесномъ экваторѣ*. Ось міра проходитъ черезъ центръ земного шара, и та часть ея, которая ограничена земной поверхностью, носитъ названіе *земной оси*. Около этой оси, какъ доказано непосредственнымъ опытомъ (см. ниже), вращается Земля. Оконечности земной оси носятъ названіе *земныхъ полюсовъ* (сѣвернаго и южнаго), аналогично полюсамъ міра. Большой кругъ, мысленно проводимый на поверхности Земли на равномъ разстояніи отъ обоихъ ея полюсовъ, носитъ названіе *земного экватора.* Плоскость этого экватора, какъ мы уже знаемъ, совпадаетъ съ плоскостью небеснаго экватора и пересѣкаетъ земную ось пополамъ въ центрѣ земного шара.

Круги, мысленно проводимые по поверхности Земли черезъ оба ея полюса называются *меридіанами;* круги же параллельные экватору (все болѣе и болѣе уменьшающіеся къ полюсамъ) носятъ названіе *параллельныхъ круговъ,* или просто *параллелей.*

Одинъ изъ меридіановъ принимаютъ за *первый* и отъ него ведутъ счетъ остальнымъ меридіанамъ, проходящимъ по Землѣ къ западу или востоку отъ перваго. Этотъ первый меридіанъ раздѣляетъ земной шаръ (условно, конечно) на два полушарія: *восточное* и *западное.* Выборъ перваго меридіана совершенно условенъ. Въ 1634 году, по предложенію французскаго короля Людовика XIII, за первый меридіанъ согласились принимать меридіанъ, проходящій черезъ островъ Ферро, самый южный изъ Канарскихъ острововъ, лежащихъ у западныхъ береговъ Африки. На морскихъ картахъ за первый меридіанъ принимаютъ меридіанъ, проходящій черезъ Гриничъ (иногда пишутъ Гринвичъ), главную обсерваторію Англіи (17°39′46″ къ востоку отъ Ферро). Французы считаютъ меридіаны отъ Парижа, мы, русскіе, отъ Пулкова (Петербурга) и т. д.

Экваторъ дѣлитъ земную поверхность на *сѣверное* и *южное* полушарія (Въ сѣверномъ лежитъ сѣверный полюсъ въ южномъ—южный). Изъ всѣхъ параллельныхъ круговъ, которые мысленно можно представить проведенными на Землѣ, экваторъ—самый большой кругъ, и отъ него ведется счетъ параллелямъ.

Ясно, что чрезъ любую точку земной поверхности можно мысленно провести меридіанъ и параллель. Пересѣченіе этихъ двухъ круговъ и опредѣлитъ вполнѣ положеніе данной точки. Дуга меридіана, заключенная между точкой и экваторомъ и выраженная, конечно, въ градусахъ, минутахъ и секундахъ, дастъ намъ географическую *широту* положенія этой точки. Счетъ широтъ ведется, начиная отъ экватора къ сѣверному или южному полюсу, смотря потому, въ какомъ полушаріи находится опредѣляемая точка. Слѣдовательно, различаютъ сѣверную широту (+) и южную (—). Очевидно, что широты могутъ измѣняться только въ предѣлахъ отъ нуля (широта на экваторѣ) до 90° (широта полюса).

Широту любого мѣста земной поверхности можно опредѣлить астрономически. Для этого стоитъ только измѣрить *высоту* полюса міра надъ горизонтомъ даннаго мѣста[1]).

---

[1]) Что *географическая широта* мѣста равна *астрономической высотѣ* полюса міра надъ горизонтомъ этого мѣста, читатель можетъ убѣдиться изъ слѣдующихъ соображеній: На рисункѣ 260 кругъ представляетъ Землю, NS ея ось и AEQ экваторъ. Для

Возьмемъ параллель, проходящую черезъ данную точку, и измѣримъ ея дугу, заключенную между первымъ меридіаномъ и взятой точкой. Количество градусовъ, минутъ и секундъ этой дуги и дастъ географическую *долготу* разсматриваемой точки. Долгота будетъ *восточная* или *западная* въ зависимости отъ того, въ какомъ направленіи мы ее отсчитываемъ отъ перваго меридіана—на востокъ или на западъ. Долготы могутъ измѣняться, очевидно, въ предѣлахъ отъ 0° до 360°.

Читатель безъ труда можетъ разобраться въ томъ, что географической широтѣ и долготѣ соотвѣтствуютъ астрономическія координаты—*склоненіе* и *прямое восхожденіе* (См. стр. 217, примѣчаніе). Астрономическая же широта и долгота отличны отъ географическихъ.

Если къ широтѣ и долготѣ извѣстной точки на Землѣ прибавить еще число, выражающее высоту этой точки надъ *уровнемъ воды въ океанѣ*, то совершенно и вполнѣ точно опредѣлится положеніе этой точки относительно центра Земли въ пространствѣ вообще.

Задача о точномъ географическомъ положеніи любой точки на земной поверхности разрѣшается, какъ видимъ, относительно просто и легко. Гораздо болѣе трудностей (и при томъ иногда непреодолимыхъ) представляетъ, повидимому, простой практическій вопросъ объ изготовленіи хорошей географической карты, несмотря на то, что еще въ глубокой древности занимались этой задачей. Существуютъ, напр., указанія, что греческій философъ Анаксимандръ (611—545 г. до Р. Х.) пытался чертить подобныя карты на мѣдныхъ доскахъ. Но если читатель взглянетъ на хорошую для своего времени карту Россіи, сдѣланную послѣ Анаксимандра 2000 лѣтъ спустя (см. рис. 261), и сравнитъ ее съ самой посредственной современной картой, то онъ безъ труда убѣдится, что истинная картографія создалась только въ самые послѣдніе вѣка. Но и лучшимъ современнымъ картамъ еще далеко до совершенства.

Дѣло въ томъ, что въ данномъ случаѣ требованія практики сталкиваются съ неразрѣшимой по существу задачей: *шаровую поверхность представить на плоскости*, или, какъ говорятъ, развернуть ее на плоскости.

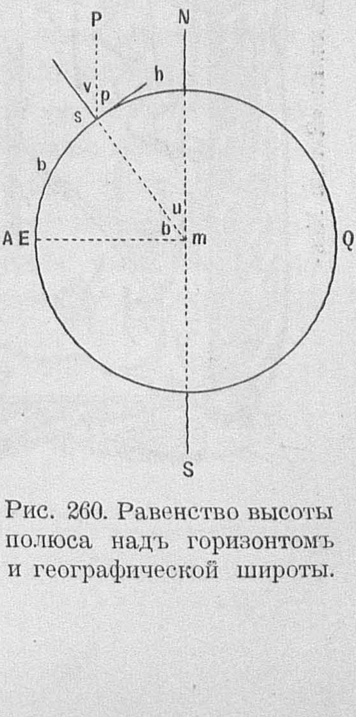


Рис. 260. Равенство высоты полюса надъ горизонтомъ и географической широты.

мѣста s линія sP есть направленіе полюса міра, sh горизонтъ и ms вертикальная линія. Эта послѣдняя линія образуетъ равные углы (соотвѣтственные) съ параллельными прямыми sP и mN. Поэтому углы v и u, а, слѣдовательно, и углы p (*высота полюса*) и b (*географическая широта*) равны между собою.

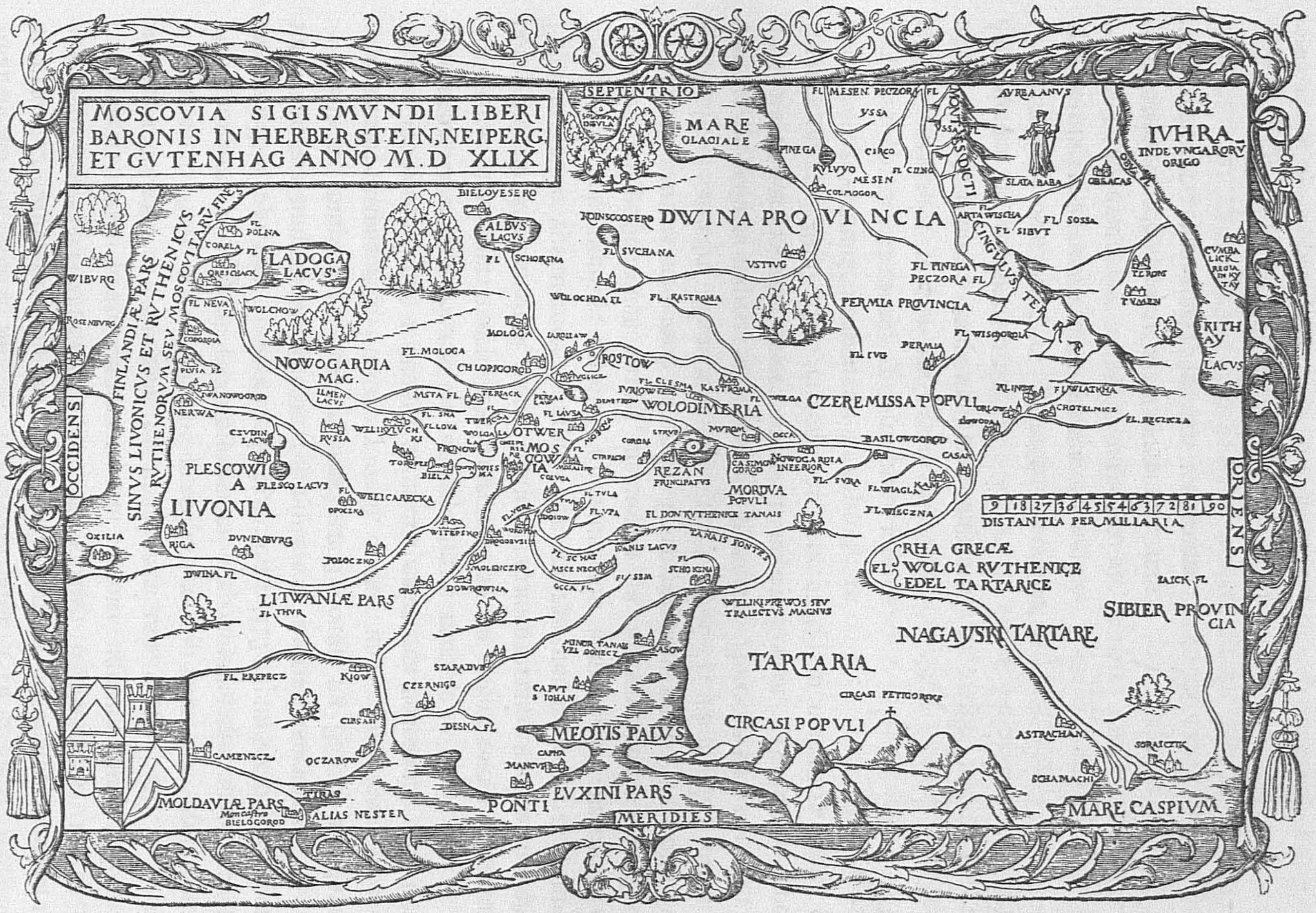

MOSCOVIA SIGISMVNDI LIBERI BARONIS IN HERBERSTEIN, NEIPERG ET GVTENHAG ANNO M.D XLIX
SEPTENTRIO
OCCIDENS
ORIENS
MERIDIES
MARE GLACIALE
DWINA PROVINCIA
LADOGA LACVS
ALBVS LACVS
BIELOYESERO
FINLANDIÆ PARS
SINVS LIVONICVS ET RVTHENICVS
RVTHENORVM SEV MOSCOVITARV FINES
NOWOGARDIA MAG.
PLESCOWIA
LIVONIA
RIGA
LITWANIÆ PARS
ROSTOW
OTWER
MOSCOWIA
WOLODIMERIA
REZAN PRINCIPATVS
MORDVA POPVLI
CZEREMISSA POPVLI
PERMIA PROVINCIA
IVHRA INDE VNGARORV ORIGO
KITHAY LACVS
SIBIER PROVINCIA
FL. RHA GRECÆ WOLGA RVTHENICE EDEL TARTARICE
NAGAVSKI TARTARE
TARTARIA
CIRCASI POPVLI
MEOTIS PALVS
PONTI EVXINI PARS
MOLDAVIÆ PARS
MARE CASPIVM
ASTRACHAN
KIOW
AVREA ANVS
SLATA BABA
9 18 27 36 45 54 63 72 81 90
DISTANTIA PER MILIARIA

Рис. 261. Карта Россiи въ 16-мъ вѣкѣ Герберштейна. Изъ книги «Rerum Moscoviticarum commentarii» 1549 г.

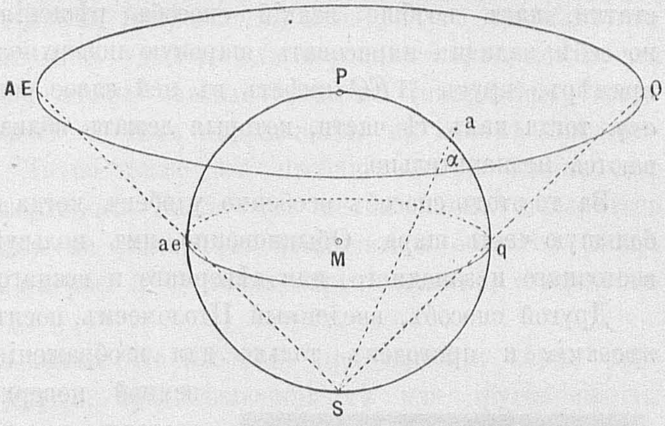


Рис. 262. Стереографическая проэкція поверхности шара.

Небольшія части земной поверхности безъ особо грубаго удаленія отъ истины еще можно принимать за плоскія и рисовать на плоскости. Но разъ рѣчь идетъ о болѣе значительной части поверхности Земли или даже всей ея поверхности, то ее *нельзя* нарисовать на плоскости безъ особыхъ напередъ принятыхъ условій. Ибо ясно, что если бы даже часть шаровой поверхности была тонка и гибка, какъ бумага, то все же ее нельзя разложить на плоскости. Она дастъ либо складки по серединѣ, либо разрывы на краяхъ. Вотъ почему при изображеніи поверхности шара на плоскости прибѣгаютъ къ разнаго рода способамъ такъ называемыхъ *«проэкцій»*. Дадимъ понятіе о нѣкоторыхъ изъ этихъ способовъ.

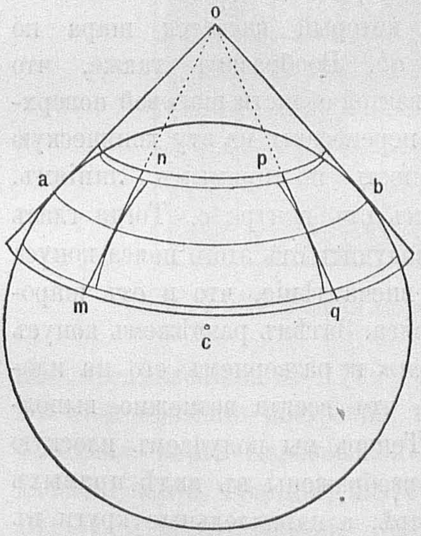


Рис. 263. Коническая проэкція.

Если разсматривать (рис. 262) сѣверное полушаріе неба $aePq$ не изъ центра M, а изъ южнаго полюса неба S и вообразить себѣ плоскость, касательную къ небесной сферѣ въ сѣверномъ полюсѣ P, то прямая линія отъ S къ звѣздѣ α пересѣчетъ касательную плоскость въ точкѣ a, въ которой, слѣдовательно, и должна быть изображена звѣзда. И если глазъ находится какъ разъ въ точкѣ S, то впечатлѣніе у него будетъ одинаково, будетъ ли звѣзда находится въ точкѣ α или въ точкѣ a.

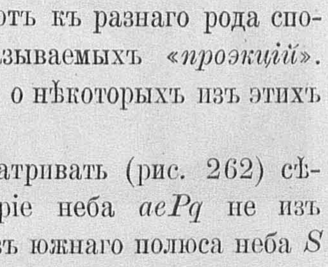


Рис. 264.

Этотъ способъ проэкціи, которымъ пользовался Гиппархъ и который изобрѣтенъ, вѣроятно, еще болѣе древними математиками, есть такъ называемая *стереографическая проэкція*. Она, конечно, имѣетъ свои недостатки, какъ вообще всякій способъ рѣшенія невозможной самой по себѣ задачи—нарисовать шаровую поверхность на плоскости. Напримѣръ, кругъ AEQ имѣетъ въ ней вдвое большій діаметръ, чѣмъ aeq, тогда какъ тѣ части, которыя лежатъ вблизи P (полюса) увеличиваются незначительно.

За то этотъ способъ особенно удобенъ, когда приходится изображать большую часть шара. Обыкновенно имъ пользуются для изображенія восточнаго и западнаго, или сѣвернаго и южнаго полушарій Земли.

Другой способъ, введенный Птоломеемъ, носитъ названіе *конической проэкціи* и пригоденъ только для изображенія небольшихъ частей земной поверхности. Сущность его состоитъ въ слѣдующемъ:

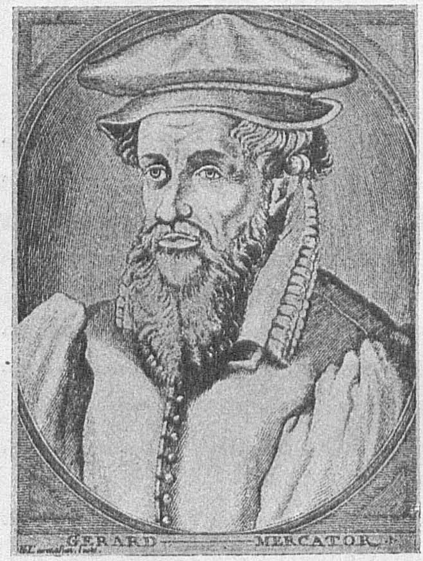


Рис. 265. Гергардъ Кремеръ (Меркаторъ).

Пусть ab (рис. 263) есть параллельный кругъ, проходящій чрезъ середину области, которую нужно изобразить. Вообразимъ конусъ, вершина котораго находится на земной оси и который касается шара по кругу ab. Вообразимъ также, что точки взятой области шаровой поверхности перенесены на эту коническую поверхность по прямымъ линіямъ, идущимъ отъ центра c. Тогда глазъ въ c получитъ отъ этого пояса конуса то же впечатлѣніе, что и отъ шарового пояса. Затѣмъ разрѣжемъ конусъ вдоль mn и развернемъ его на плоскости, что всегда возможно выполнить. Теперь мы получаемъ плоскую карту (рис. 264), на которой меридіаны изображены въ видѣ прямыхъ линій, схоящихся въ одной точкѣ на сѣверѣ; а параллельные круги въ видѣ дугъ круговъ съ центрами въ этой точкѣ (см. рис. 264). Области около ab сохраняютъ свою естественную величину, а области къ сѣверу и югу отъ ab будутъ нѣсколько увеличены.

Этотъ послѣдній способъ былъ значительно улучшенъ Гергардомъ Кремеромъ, извѣстнымъ болѣе подъ прозвищемъ *Меркатора* (1512—1594). Черченіе картъ въ *меркаторской проэкціи* практикуется по настоящее время, несмотря на обиліе нынѣ способовъ и пріемовъ.

Отдѣльныя части земной поверхности въ меркаторской проэкціи выходятъ тѣмъ больше, чѣмъ дальше онѣ отъ экватора. Но такъ какъ формы въ каждомъ отдѣльномъ мѣстѣ остаются правильными и такъ какъ линіи (берега, небесныя направленія) всюду идутъ правильно, то этотъ способъ проэкціи очень удобенъ для морскихъ картъ, потому что для нихъ весьма важно, чтобы каждый предметъ (напримѣръ, огонь маяка) былъ представленъ въ томъ направленіи, въ какомъ онъ дѣйствительно находится. Точно также эта проэкція очень удобна для изображенія всей поверхности Земли (за исключеніемъ полярныхъ областей). Для сравненія же *размѣровъ* различныхъ областей (напр. Гренландія и Африка на рис. 266) такая карта, конечно, совершенно непригодна.

Кромѣ указанныхъ только что проэкцій при черченіи картъ примѣняютъ еще многія другія, представляющія тѣ или другія выгоды одна передъ другой. Одна изъ самыхъ распространенныхъ есть проэкція, предложенная въ 1752 году французскимъ инженеромъ *Бонномъ*. Въ этой проэкціи построена, между прочимъ, большая Военно-Топографическая карта Европейской Россіи, съ масштабомъ по 3 версты въ дюймѣ, карта Франціи, извѣстная подъ названіемъ карты Главнаго Штаба, и карты Европы, Азіи и Сѣверной Америки въ большинствѣ географическихъ атласовъ. Но входить по этому поводу въ какія-либо подробности не будемъ. Нашей задачей было обратить вниманіе читателя на важность вопроса и помочь ему сознательно относиться ко всякой находящейся въ его рукахъ географической или астрономической картѣ.

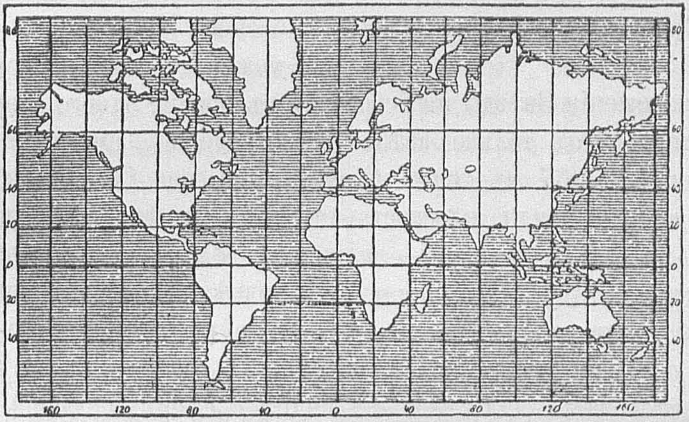
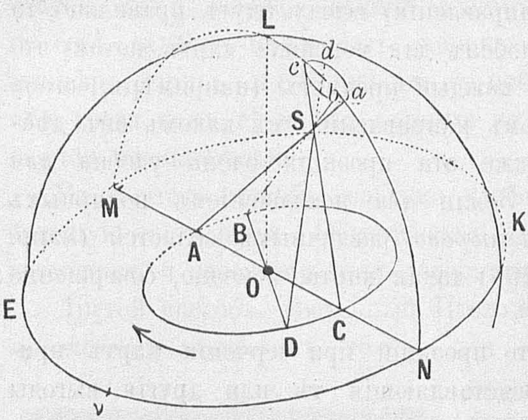


Рис. 266. Земная поверхность въ проэкціи Меркатора.

* * *

При первомъ же своемъ появленіи система Коперника встрѣтила слѣдующее и, надо замѣтить, самое существенное возраженіе.

Если Земля движется вокругъ Солнца,—говорили противники этой системы,—то годичное перемѣщеніе ея въ пространствѣ должно про-



Рис, 267. Параллактическія измѣненія въ положеніи звѣздъ въ зависимости отъ годового обращенія Земли около Солнца.

явиться въ томъ, что всякая изъ неподвижныхъ звѣздъ съ различныхъ точекъ земной орбиты должна пролагаться на различныя точки сферы небесной. Другими словами: звѣзда должна имѣть *годичный параллаксъ* (см. стран. 157 и слѣд.), или еще иначе: вслѣдствіе дѣйствительнаго движенія Земли вокругъ Солнца должно наблюдаться кажущееся перемѣщеніе звѣзды на видимой сферѣ небесной. Несложнымъ чертежомъ можно показать и уяснить измѣненія въ положеніи Звѣзды на небосводѣ въ теченіе одного оборота Земли около Солнца, если только звѣзда дѣйствительно имѣетъ параллаксъ.

На рисункѣ 267 въ точкѣ O предполагается Солнце, $ABCD$ изображаетъ орбиту Земли, плоскость которой пересѣкаетъ видимую сферу небесную по большому кругу—эклиптикѣ ♈ $EMKN$. Представимъ въ пространствѣ звѣзду S, а Землю въ точкѣ A своей орбиты. Тогда звѣзда съ Земли проложится на небосводъ по направленію линіи AS въ точкѣ a. Точно также изъ положеній B, C, D Земли звѣзда будетъ видна въ положеніяхъ b, c, d на видимой сферѣ небесной. Словомъ, когда Земля, выйдя изъ точки A и опять возвратясь въ нее, опишетъ свой огромный эллипсъ, то подобный же, хотя, быть можетъ, и весьма небольшой, эллипсъ должна опредѣленнымъ образомъ описать, казалось бы, на небосводѣ и звѣзда въ силу объясненныхъ параллактическихъ ея перемѣщеній.

Астрономы прежняго времени не представляли себѣ дѣйствительной громадности вселенной и далеки были отъ мысли, что съ каждой изъ неподвижныхъ звѣздъ Солнце и Земля представляются обыкновенно слившимися въ одну точку. Поэтому, какъ только система Коперника была принята за несомнѣнную истину, всѣ астрономы старались подтвердить ученіе о движеніи Земли около Солнца открытіемъ видимаго перемѣщенія неподвижныхъ звѣздъ, служащимъ вмѣстѣ съ тѣмъ и даннымъ для вычисленія годичнаго параллакса неподвижныхъ звѣздъ (см. стр. 157). Но всѣ попытки, сдѣланныя въ этомъ смыслѣ астрономами, жившими до Бесселя (стр. 158), оставались безъ успѣха. Тѣмъ не менѣе работа, предпринятая въ двадцатыхъ годахъ 18-го столѣтія англійскимъ астрономомъ *Джемсомъ Брадлеемъ* съ цѣлью изслѣдованія параллакса неподвижныхъ звѣздъ, привела къ такому открытію, которое служитъ несомнѣннымъ доказательствомъ движенія Земли около Солнца.

Брадлей (1692—1762) началъ свою жизненную карьеру священникомъ, но скоро отказался отъ этой дѣятельности, чтобы всецѣло посвятить себя астрономіи, гдѣ увѣковѣчилъ свое имя великими открытіями. Онъ считается если не самымъ искуснымъ, то однимъ изъ искуснѣйшихъ наблюдателей всѣхъ временъ. Погрѣшность его наблюденій не превышаетъ одной секунды, — точность огромная по тому времени. Составленный имъ звѣздный каталогъ является одной изъ основъ современной астрономіи.

Для опредѣленія годичнаго параллакса какой-либо звѣзды Брадлей совмѣстно со своимъ другомъ С. Молине изучалъ положеніе звѣзды *гаммы* въ созвѣздіи Дракона (γ Draconis), расположенной вблизи полюса эклиптики. При своихъ изслѣдованіяхъ онъ употреблялъ превосходный для того времени зенитный секторъ, устроенный часовщикомъ Грагамомъ. Располагая этимъ снарядомъ, Брадлей скоро замѣтилъ хотя малыя, но чрезвычайно правильныя измѣненія въ положеніи звѣзды γ Draconis. Прежде всего онъ замѣтилъ, что измѣненія положенія звѣзды имѣютъ годичный періодъ. Такъ какъ подобную же величину долженъ имѣть и періодъ измѣненій, зависящихъ отъ параллакса (если только неподвижныя звѣзды имѣютъ параллаксъ, т. е. если только съ этихъ звѣздъ радіусъ земной орбиты представляется подъ угломъ, отличнымъ отъ нуля), то первоначально Брадлей предположилъ, что имъ найденъ, наконецъ, параллаксъ неподвижной звѣзды. Болѣе подробный обзоръ полученнаго результата заставилъ однако Брадлея оказаться отъ этого предположенія. Оказалось, что наблюдаемыя перемѣщенія γ Draconis прямо противоположны тѣмъ, которыя имѣла бы звѣзда отъ дѣйствія параллакса, и понятіе о которыхъ дано только что выше. Такимъ образомъ наблюдаемыя перемѣщенія гаммы Дракона необходимо было объяснить независимо отъ параллакса.

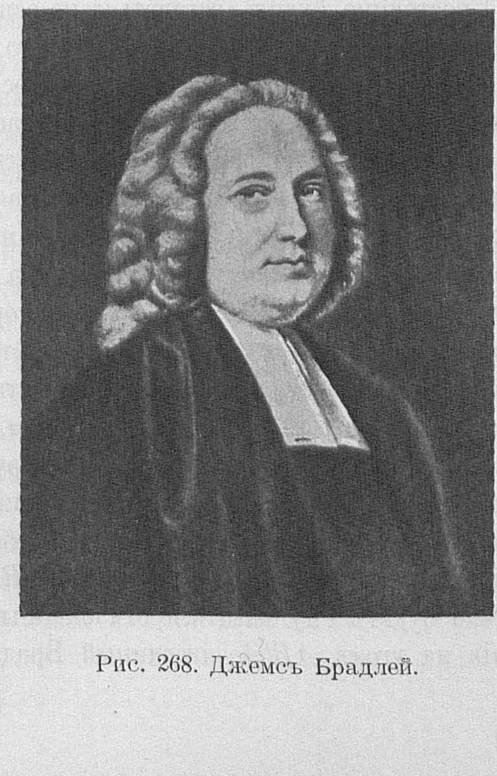


Рис. 268. Джемсъ Брадлей.

Брадлей скоро нашелъ искомое вѣрное объясненіе и опубликовалъ его въ 1728 году. Явленіе это было имъ названо *аберрацiей*, и кажущееся небольшое періодическое годовое перемѣщеніе звѣздъ объясняется совмѣстнымъ движеніемъ свѣта и Земли въ пространствѣ, при чемъ скорость движенія Земли не является величиной исчезающей по сравненію со скоростью свѣта. Вотъ въ чемъ состоитъ сущность объясненія Брадлея.

Допустимъ сначала для наглядности, что нѣкоторая тяжелая матеріальная точка A (см. рис. 269) падаетъ отвѣсно на горизонтальную прямую EF и по пути въ точкѣ R встрѣчаетъ отверстіе цилиндрической трубы QR. Если бы труба во время движенія точки оставалась въ покоѣ, то матеріальная точка скатилась бы къ Q по нижней стѣнкѣ трубы. Но если труба будетъ двигаться по направленію отъ E къ F, оставаясь параллельною сама себѣ, и при томъ будетъ двигаться съ такою скоростію, что пространство QC пройдетъ въ то же время, въ которое точка свободнымъ паденіемъ можетъ перейти отъ R къ C по прямой RC, тогда точка во все время паденія изъ R въ C постоянно будетъ оставаться на оси трубы RQ; и наблюдателю, находящемуся въ Q, будетъ казаться, что точка движется по оси трубы RQ.

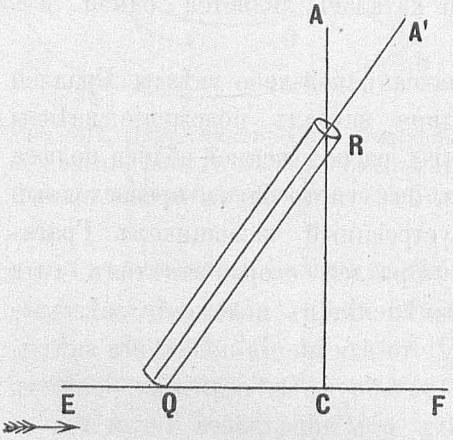


Рис. 269. Объясненіе понятія объ аберраціи.

Возьмемъ, теперь, лучъ несущагося отъ звѣзды свѣта и несущуюся въ пространствѣ вмѣстѣ съ Землей астрономическую трубу.

Пусть по направленію къ A (см. рис. 269) находится звѣзда, отъ которой лучъ свѣта AR достигаетъ объектива R трубы QR, находящейся на Землѣ и вмѣстѣ съ нею движущейся по направленію отъ E къ F. Если труба наклонена къ направленію движенія EF подъ такимъ угломъ RQF, при которомъ образовавшіеся отрѣзки CR и CQ имѣютъ такую длину, что свѣтъ, двигаясь по RC, а глазъ наблюдателя по QC, одновременно достигаютъ точки C, то наблюдателю, находящемуся въ Q, будетъ казаться, что свѣтъ отъ звѣзды A достигаетъ его глаза по направленію оси трубы $A'Q$, а не по направленію AC. Слѣдовательно, при совмѣстномъ движеніи свѣта и Земли и при извѣстномъ отношеніи между скоростями обоихъ движеній наблюдатель увидитъ свѣтило не по направленію AR, а по направленію $A'R$, и свѣтило будетъ ему казаться отклоненнымъ отъ истиннаго своего положенія на уголъ $AR'A$, названный Брадлеемъ аберрацiей.

Итакъ, *аберрація есть оптическій обманъ, производимый совмѣстнымъ движеніемъ свѣта и Земли.* Вслѣдствіе этого оптическаго явленія мы видимъ свѣтило не по направленію идущаго отъ него къ глазу наблюдателя луча, но по направленію нѣсколько отклоненному въ сторону движенія Земли. Отсюда ясно, что измѣненіемъ направленія движенія Земли измѣняется извѣстнымъ образомъ и *видимое* положеніе свѣтила на небосводѣ. Оно будетъ постоянно отклонено отъ своего истиннаго положенія на нѣкоторую величину, зависящую отъ отношенія скорости движенія по орбитѣ Земли и скорости свѣта.

Величину этого аберраціоннаго отклоненія можно вычислить напередъ теоретически, не производя наблюденій, если знать, что скорость свѣта равна 300 тысячамъ километрамъ въ секунду, а скорость движенія Земли по ея орбитѣ равна 30 километрамъ (точнѣе 29,8 клм.) въ секунду. Отсюда отношеніе скоростей Земли и свѣта равно приблизительно 30 : 300 000, т. е. 0,0001 (точнѣе: 0,00099118), а по этому числу математики опредѣляютъ, что уголъ аберраціоннаго уклоненія долженъ быть равенъ 20,45 секундамъ. *Совершенно такую же величину для годичныхъ измѣненій въ положеніи звѣзды Брадлей вывелъ изъ непосредственныхъ наблюденій.* Отсюда слѣдуетъ, что явленіе аберраціи строго доказываетъ движеніе Земли около Солнца.

Такъ, пытаясь найти прямое доказательство движенія Земли около Солнца путемъ непосредственнаго опредѣленія годичнаго параллакса звѣздъ, Брадлей пришелъ къ искомому доказательству попутно на основаніи совершенно новыхъ соображеній. Задачу непосредственнаго опредѣленія параллакса великому астроному разрѣшить не удалось. Но мы знаемъ теперь, что это было не по силамъ тогдашнему состоянію способовъ и средствъ наблюденій. Понадобилось еще столѣтіе для усовершенствованія астрономическихъ инструментовъ, чтобы идейный преемникъ Брадлея Бессель могъ вновь поставить и удовлетворительно разрѣшить задачу о годичномъ параллаксѣ неподвижныхъ звѣздъ и дать новое, прямое и несомнѣнное доказательство годичнаго обращенія Земли около Солнца.

Земля вращается вокругъ самой себя около нѣкоторой мысленно проводимой внутри ея линіи, называемой *осью*, совпадающей съ осью міра. Доказываютъ это вращеніе многими соображеніями, но самымъ осязательнымъ и прямымъ доказательствомъ вращенія Земли около оси надо признать опытъ съ *маятникомъ*, произведенный впервые въ 1851 г. французскимъ физикомъ *Фуко* (1819 — 1868) въ огромномъ зданіи Пантеона въ Парижѣ.

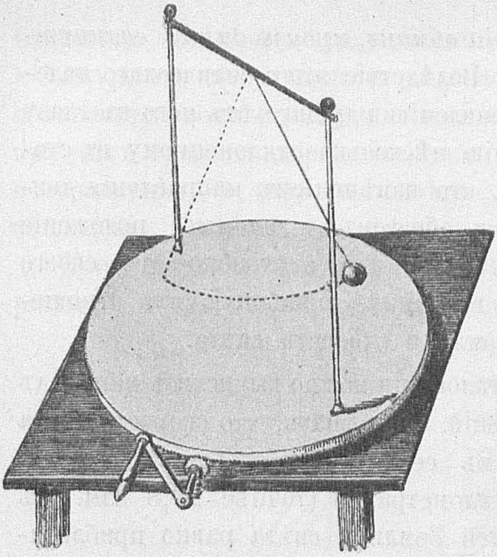


Рис. 270. Приборъ, дающій понятіе объ основахъ опыта Фуко.

Массивное тѣло, подвѣшенное на легкомъ нерастяжимомъ стержнѣ или шнурѣ къ неподвижной точкѣ носитъ названіе маятника (физическаго). Выведенный изъ положенія равновѣсія, маятникъ, какъ знаемъ, совершаетъ около точки привѣса *колебанія.* Изученіе законовъ колебанія маятника имѣетъ большое значеніе въ механикѣ и было начато еще Галилеемъ. На страницѣ 25 мы уже упоминали объ открытомъ имъ законѣ изохронизма небольшихъ по размаху колебаній маятника. Но для разсматриваемаго нами случая важенъ иной законъ колебаній маятника, — именно тотъ, который гласитъ, что *послѣдовательныя колебанія маятника всегда происходятъ строго въ одной и той же вертикальной плоскости.*

Въ физическихъ кабинетахъ обыкновенно находится простой приборъ, наглядно доказывающій этотъ законъ. Приборъ состоитъ изъ рамки, вертикально укрѣпленной на вращающейся подставкѣ (см. рис. 270). На верхней перекладинѣ рамки находится точка привѣса маятника. Заставимъ сначала качаться маятникъ въ плоскости рамки отъ одной вертикальной палочки до другой, не задѣвая ихъ. Вслѣдъ затѣмъ будемъ поворачивать подставку: вмѣстѣ съ ней будетъ поворачиваться рама, и мы тотчасъ же увидимъ, что колебанія маятника словно выступаютъ изъ рамы, какъ показано на рис. 270. Повернувъ подставку съ рамой на 90°, мы увидимъ, что плоскость колебаній маятника будетъ перпендикулярна къ плоскости рамы и т. д.

Что измѣняетъ свое положеніе въ этомъ опытѣ? Очевидно, поворачивается только плоскость рамы съ подставкой. Плоскость же колебаній маятника сохраняетъ свое первоначальное положеніе неизмѣнно, а потому и составляетъ съ

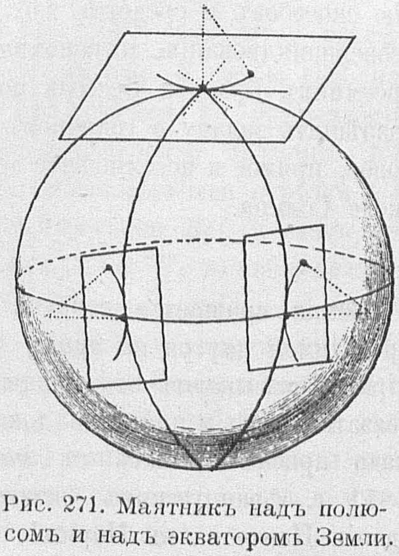


Рис. 271. Маятникъ надъ полюсомъ и надъ экваторомъ Земли.

плоскостью рамы уголъ, большій или меньшій, въ зависимости отъ того, насколько мы повернули подставку съ рамой. Если бы нашъ маятникъ снабдить внизу остріемъ, а на подставку насыпать слой песку, то по мѣрѣ вращенія подставки маятникъ, сохраняя плоскость своихъ качаній неизмѣнной,—вычертилъ бы на пескѣ звѣздообразную лучистую фигуру.

Усвоивъ предыдущее, перенесемся мысленно на полюсъ Земли и подвѣсимъ тамъ маятникъ съ остріемъ вертикально, т. е. такъ, чтобы стережень его приходился на продолженіи земной оси (см. рис. 271). Выведемъ маятникъ изъ положенія равновѣсія и допустимъ, что онъ качается сутки и чертитъ остріемъ линіи на извѣстной площадкѣ Земли. Что же мы должны увидѣть?

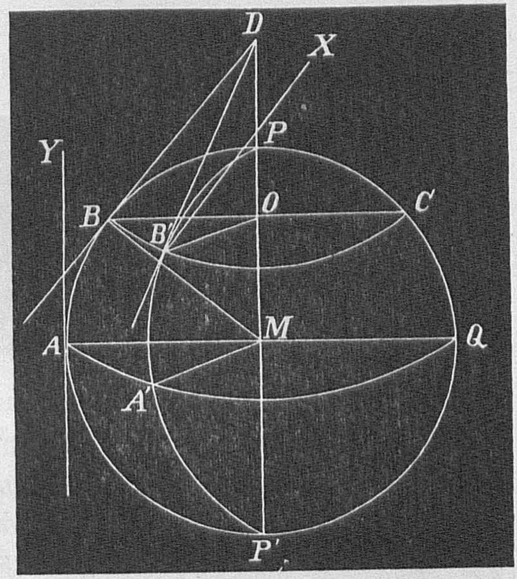


Рис. 272. Колебанія маятника въ среднихъ широтахъ Земли.

Плоскость колебаній маятника остается неизмѣнной. Поэтому, если подъ маятникомъ вращается Земля (отъ запада къ востоку), то мы должны наблюдать, что плоскость колебаній маятника какъ будто отклоняется и вычерчиваетъ въ этомъ направленіи на поверхности все новыя и новыя линіи, пока черезъ 24 часа не начнетъ колебаться въ первоначальномъ направленія. Земля въ данномъ случаѣ играетъ роль той вращающейся подставки, о которой мы говорили, описывая кабинетный опытъ.

Перенесемъ маятникъ на экваторъ и заставимъ его колебаться въ плоскости какого-либо меридіана (см. рис. 271). Сколько бы времени маятникъ ни колебался,—никакого отклоненія мы не замѣтимъ. Но почему? Просто потому, что читатель, взглянувшій на рис. 271-ый, пойметъ, что плоскость колебаній маятника въ этомъ случаѣ всегда совпадетъ съ плоскостью меридіана, въ которомъ начались колебанія, и переносится (если Земля вращается) вмѣстѣ съ меридіаномъ въ пространствѣ параллельно самой себѣ.

Въ мѣстахъ, лежащихъ на поверхности Земли между полюсомъ и экваторомъ, съ теченіемъ времени несомнѣнно должно замѣчаться отклоненіе плоскости колебаній маятника отъ плоскости меридіана мѣста, если только Земля имѣетъ вращеніе около оси. Читатель опять таки легко уяснить это, разсмотрѣвъ рис. 272-ой

На этомъ рисункѣ изображено полушаріе Земли. PP'—земная ось, дуга $AA'Q$ изображаетъ полуэкваторъ, а $BB'C$ половину параллельнаго круга Земли. Кругъ $PBAP'QCP$ обозначаетъ меридіанъ мѣста наблюденія B. Заставимъ въ извѣстный моментъ маятникъ колебаться въ плоскости указаннаго меридіана мѣста B, или, что то же, по линіи, опредѣляющей направленіе сѣвера и юга въ плоскости горизонта мѣста наблюденія. Эта линія есть, очевидно, BD,—касательная къ меридіану въ точкѣ B,—она перпендикулярна къ радіусу MB, проведенному изъ центра Земли въ B, и пересѣкаетъ земную ось въ D.

Если Земля вращется около оси, то по истеченіи нѣкотораго времени точка B, двигаясь по своей параллели, займетъ положеніе B', и меридіанъ B приметъ положеніе $PB'A'P'$, а линія, опредѣляющая неправленіе сѣвера и юга, приметъ положеніе $B'D$. Но плоскость качанія маятника будетъ неизмѣнно сохранять свое первоначальное положеніе, параллельное линіи BD, т. е. въ мѣстѣ B' маятникъ будетъ колебаться по направленію линіи $B'X$, параллельной BD.

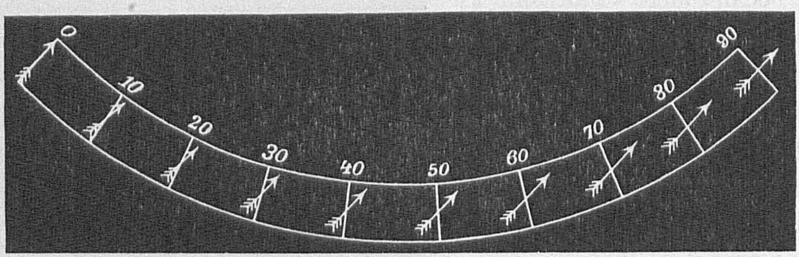


Рис. 273. Видимое отступленіе плоскости колебаній маятника отъ плоскости меридіана.

Итакъ, въ случаѣ вращенія Земли колебанія маятника по истеченіи нѣкотораго времени необходимо должны составить нѣкоторый уголъ $DB'X$ съ направленіемъ линіи сѣвера—юга.

Рис. 273-ый наглядно показываетъ такое кажущееся измѣненіе направленія плоскости колебаній маятника. Двѣ концентрическія дуги на этомъ рисункѣ суть два параллельныхъ круга, проходящихъ по земной поверхности на чрезвычайно близкомъ разстояніи другъ отъ друга (равномъ небольшой дроби секунды дуги). Линіи, обозначенныя *0*, *10*, *20* и т. д..., означаютъ направленія полуденной линіи (линіи сѣвера и юга) для каждаго соотвѣтственнаго мѣста параллели. Стрѣлки на чертежѣ всѣ взаимно параллельны и показываютъ неизмѣнное направленіе плоскости качаній маятника. Пусть маятникъ началъ свои колебанія по полуденной линіи *0*, тогда по мѣрѣ вращенія Земли онъ будетъ видимо все болѣе и болѣе уклоняться отъ линій полудня *10*, *20*, *30* и т. д... до *90*.

Итакъ, если всѣ высказанныя только что общія теоретическія соображенія вѣрны, то при вращеніи Земли около оси необходимо должно быть слѣдующее:

Если въ какихъ либо среднихъ широтахъ Земли (между полюсомъ и экваторомъ) подвѣсимъ маятникъ достаточной длины—такой, чтобы остріе на его концѣ при каждомъ качаніи могло чертить на Землѣ линію, то необходимо должно наблюдаться отступленіе плоскости качанія маятника отъ плоскости меридіана мѣста и при томъ въ направленіи истиннаго вращенія Земли, т. е. отъ востока къ западу.

Такой опытъ и былъ впервые произведенъ, какъ уже упомянуто, французскимъ физикомъ Фуко въ парижскомъ Пантеонѣ въ 1851 году. Опишемъ этотъ замѣчательный опытъ (см. рис. 274 и 275).

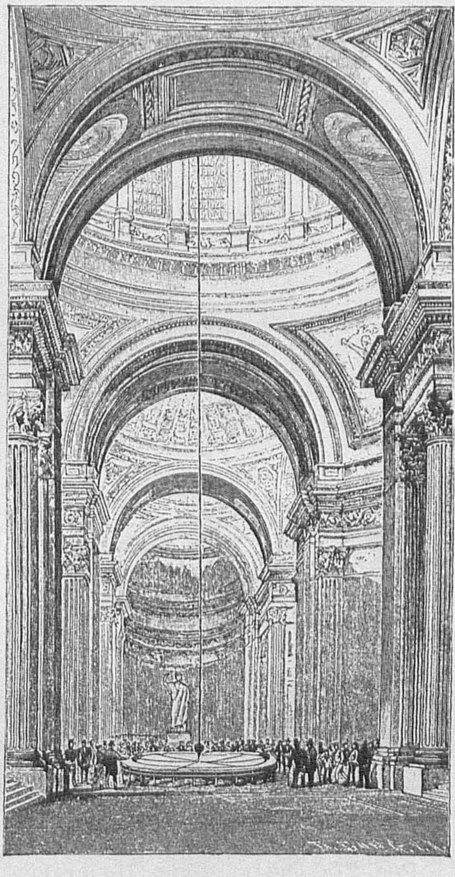


Рис. 274. Опытъ Фуко въ зданіи Пантеона въ Парижѣ, 1851 г.

Къ куполу Пантеона былъ подвѣшенъ на стальной проволокѣ въ 67 метровъ длины тяжелый мѣдный шаръ, съ остріемъ внизу, вѣсомъ въ 28 килограммовъ. Маятникъ этотъ, приведенный въ движеніе, обладалъ періодомъ колебанія, равнымъ 16,4 секунды. Какъ разъ подъ точкой подвѣса маятника былъ помѣщенъ центръ горизонтальнаго круглаго стола (см. рис. 275). На окружности стола, у противоположныхъ концовъ одного и того же діаметра были насыпаны двѣ грядки изъ сырого песку, заостренныя кверху. При каждомъ колебаніи остріе маятника разрушало часть остроконечной поверхности грядокъ, при чемъ при разстояніи между грядками, равномъ 6 метрамъ, каждое колебаніе разрушало грядку на разстояніи 2,3 миллиметра отъ предыдущаго. Значитъ, ровно настолько продвигалась окружность стола въ періодъ колебанія маятника. Маятникъ былъ въ движеніи около 5—6 часовъ, и за это время произошелъ поворотъ стола, а значитъ и поверхности

Земли на 60—70 градусовъ, а именно: въ теченіе часа прямая, вычерчиваемая остріемъ маятника, поворачивалась къ западу на уголъ, равный приблизительно 11°15′. Если бы Земля не вращалась, а оставалась неподвижною, то подобное явленіе не могло бы имѣть мѣста. Маятникъ, начавшій свои качанія безъ начальной скорости, качался бы въ плоскости, не измѣняющей своего направленія, какъ то слѣдуетъ по теоріи и можетъ быть подтверждено на опытѣ. Слѣдъ этой плоскости на плоскости стола тоже оставался бы безъ измѣненія. Если же принять во вниманіе вращеніе Земли и изслѣдовать относительное движеніе маятника Фуко по отношенію къ Землѣ, то получатся результаты, объясняющіе вполнѣ наблюдаемое явленіе. Такъ прямымъ опытнымъ путемъ было доказано вращеніе Земли около оси.

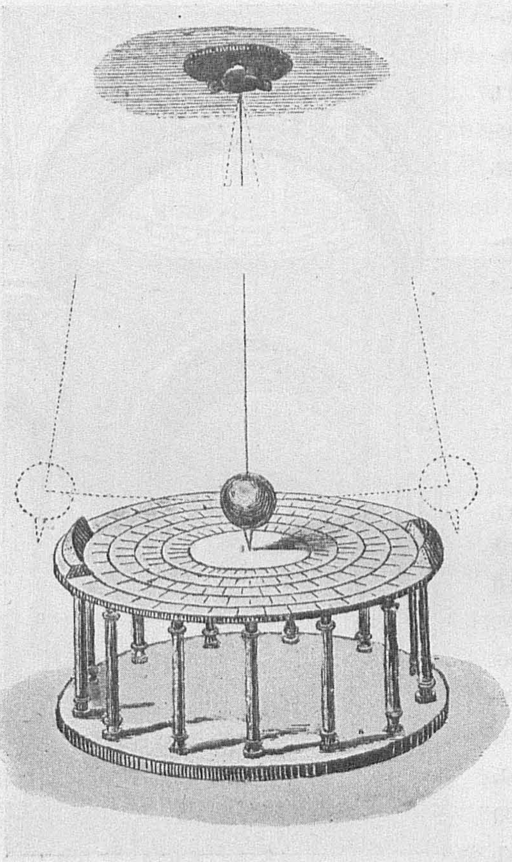


Рис. 275. Опытъ Фуко. Подставка, на которой маятникъ вычерчивалъ линіи.

Этотъ опытъ былъ сдѣланъ при большомъ стеченіи публики и произвелъ большое впечатлѣніе. Послѣ этого онъ повторялся много разъ. Опыты производились чаще всего въ высокихъ церквахъ, такъ какъ необходимо, чтобы маятникъ обладалъ большой длиной и, стало быть, большимъ періодомъ колебанія. При малой длинѣ движеніе маятника совершается съ большой скоростью, вмѣстѣ же со скоростью движенія растетъ сопротивленіе воздуха, и такой маятникъ не можетъ сохранить движенія достаточно долго. Для наблюденія вращенія Земли нуженъ маятникъ длиной по крайней мѣрѣ въ 10—12 метровъ. Самые замѣчательные результаты дали опыты въ соборахъ Кельна и Шпейера.

Къ описанному доказательству вращенія Земли около оси можно присоединить еще не мало другихъ механическихъ и логическихъ доказательствъ, съ частью которыхъ читатель, думаемъ, уже познакомился при чтеніи предыдущихъ страницъ этой книги.

Какъ и остальныя планеты, Земля движется вокругъ Солнца по эллиптической орбитѣ, въ одномъ изъ фокусовъ которой находится Солнце. Среднее разстояніе Земли отъ Солнца равно приблизительно 23 000 радіусамъ земного экватора или 149$^1/_2$ милліонамъ километровъ, но это только *среднее*; на самомъ же дѣлѣ Земля, двигаясь по своей орбитѣ, то приближается къ Солнцу, то удаляется отъ него, и разница между ея ближайшимъ и удаленнѣйшимъ разстояніемъ отъ Солнца колеблется въ предѣлахъ пяти милліоновъ километровъ. Въ то время когда у насъ на сѣверномъ полушаріи зима, Земля (около 22-го декабря нов. ст.) проносится на 5 милліоновъ километровъ ближе къ Солнцу, чѣмъ въ разгаръ нашего лѣта (22-го іюня). Летитъ по своей орбитѣ Земля съ быстротой 29,8 километр. въ секунду, но это опять-таки въ среднемъ,—на самомъ дѣлѣ Земля то ускоряетъ, то замедляетъ свой полетъ. Съ наибольшей скоростью она летитъ въ той части своей орбиты, которая близка къ Солнцу (въ перигеліи), и съ наименьшей скоростью движется въ части, наиболѣе удаленной отъ Солнца (въ афеліи). Полное обращеніе совершается въ *годъ*, т. е. въ 365, 256 среднихъ сутокъ.

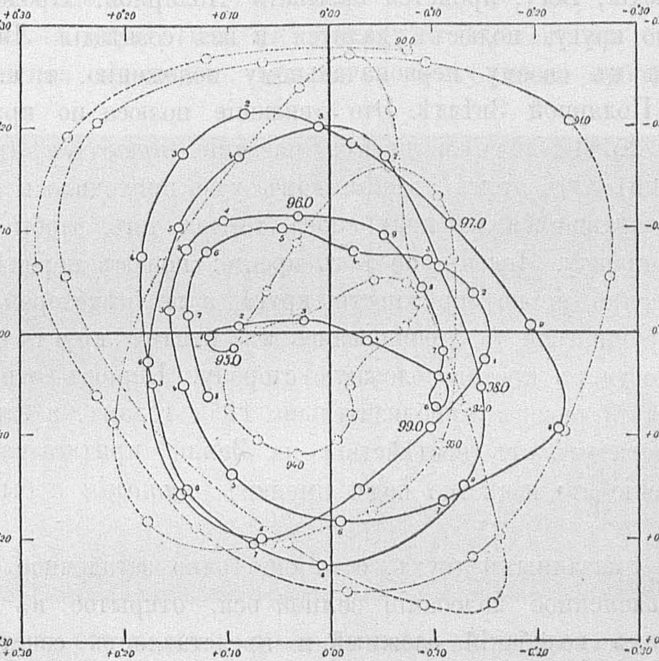


Рис. 276. Колебанія сѣвернаго полюса земной оси.

Ось Земли для насъ, жителей сѣвернаго полушарія, всегда направлена своимъ сѣвернымъ концомъ въ одну точку неба возлѣ Полярной Звѣзды; т. е. при движеніи Земли она переносится параллельно самой себѣ. Вѣрнѣе, впрочемъ, будетъ сказать, что эта ось колеблется возлѣ нѣкотораго средняго неизмѣннаго положенія, медленно описывая своимъ концомъ въ пространствѣ нѣкоторый кругъ. Такъ, теперь сѣверный полюсъ міра находится близъ звѣзды Малой Медвѣдицы, которую мы и называемъ Полярной. Съ каждымъ годомъ полюсъ приближается къ ней и будетъ приближаться до 2100 года, когда разстояніе его отъ этой звѣзды достигнетъ наименьшей величины. Послѣ этого полюсъ медленно начнетъ удаляться отъ Полярной Звѣзды и черезъ 12 тысячъ лѣтъ перемѣстится въ созвѣздіе Лиры. И тогда уже главную звѣзду этого созвѣздія, Вегу, придется называть Полярной. Продолжая свое движеніе по кругу, полюсъ удалится и изъ созвѣздія Лиры, чтобы возвратиться къ своему первоначальному положенію, т. е. опять къ нынѣшней Полярной Звѣздѣ. Это движеніе полюса по кругу имѣетъ періодъ въ 25 812 лѣтъ и носитъ названіе *прецессіи* (предвареніе равноденствій). Объ этомъ явленіи намъ уже приходилось говорить, и если мы возвращаемся къ нему снова, то для того, чтобы ввести нѣкоторую поправку. Явленіе не такъ просто: полюсъ перемѣщается по небу собственно не по окружности круга, а по нѣкоторой волнистой кривой, періодически то приближаясь къ центру круга, то удаляясь отъ окружности въ противоположную сторону. Періодъ этихъ послѣднихъ колебаній равенъ приблизительно $18^1/_2$ годамъ, а зависятъ они главнымъ образомъ отъ воздѣйствія на Землю притягательной силы Луны. Явленіе это извѣстно подъ именемъ *нутаціи* и было открыто Брадлеемъ.

Помимо указанныхъ двухъ, есть еще одно загадочное и до сихъ поръ необъясненное колебаніе земной оси, открытое въ 1888 году. Періодъ этихъ колебаній сложный и представляетъ сочетаніе двухъ періодовъ въ одинъ годъ и въ 430 дней. Колебанія столь незначительны, что не превосходятъ полусекунды дуги. О характерѣ этихъ очень незначительныхъ, но загадочныхъ колебаній даетъ понятіе рисунокъ 276, представляющій кривую перемѣщеній полюса на видимой сферѣ небесной вслѣдствіе описываемыхъ колебаній. На взглядъ она весьма измѣнчива и прихотлива.

Въ общемъ, однако, земная ось колебляется около нѣкотораго средняго положенія въ пространствѣ только въ извѣстныхъ сравнительно незначительныхъ предѣлахъ. Такъ что можно смѣло говорить объ общей неизмѣнности и устойчивости направленія земной оси въ пространствѣ.

Направленіе это таково, что земная ось постоянно *наклонена* къ плоскости своей орбиты подъ угломъ приблизительно въ $66^1/_3$ градусовъ, точнѣе $66^\circ 21' 29''$, что соотвѣтствуетъ наклоненію экватора къ эклиптикѣ на 23°27′31″. Это наклоненіе оси въ связи съ неизмѣнностью ея направленія имѣетъ для Земли чрезвычайно важное значеніе. Благодаря подобному расположенію земной оси отвѣсные лучи Солнца въ теченіе года падаютъ въ большомъ количествѣ попеременно то на сѣверное, то на южное полушаріе Земли (см. рис. 277). Отъ этого происходятъ извѣстныя намъ перемѣны временъ года, а также раздѣленіе Земли на климатическіе поясы (2 холодныхъ, 2 умѣренныхъ и жаркій). Отъ этой же причины зависитъ неравенство дней и ночей, а въ полярныхъ странахъ то длящіяся мѣсяцами ночи, то по мѣсяцамъ незаходящее Солнце.

Около 21-го марта (нов. ст.) Земля въ неустанномъ своемъ бѣгѣ вокругъ Солнца пролетаетъ черезъ ту точку своей орбиты, которая находится на линіи пересѣченія плоскостей эклиптики и экватора. Это та точка весенняго равноденствія, или просто точка весны, о которой намъ уже не разъ приходилось говорить. Отвѣсные лучи Солнца падаютъ тогда прямо на земной экваторъ; сѣверное и южное полушарія Земли освѣщаются одинаково. Лучи Солнца попадаютъ на оба полюса, другими словами—кругъ, отдѣляющій освѣщенную Солнцемъ часть Земли отъ неосвѣщенной,—свѣтораздѣльный кругъ,—проходитъ черезъ оба полюса (см. рис.). Всѣ параллели дѣлятся имъ пополамъ и на всей Землѣ день бываетъ равенъ ночи.

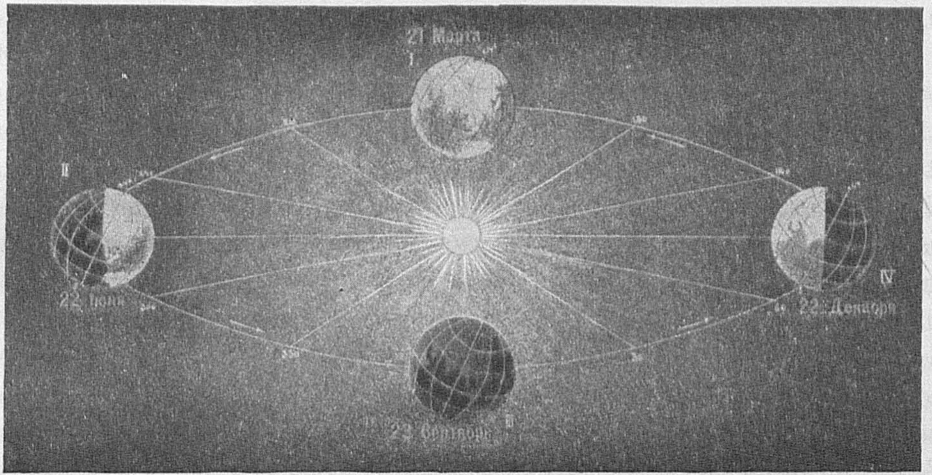


Рис. 277. Годовое обращеніе Земли вокругъ Солнца.

Вслѣдъ затѣмъ Земля несется по направленію къ афелію своей орбиты, обращая къ Солнцу все болѣе и болѣе свое сѣверное полушаріе. Южный полюсъ все далѣе и далѣе уходитъ въ тѣнь,—на немъ началась великая полугодовая ночь, въ то время какъ солнечные лучи не сходятъ съ сѣвернаго полюса: здѣсь начался полугодовой день. Чѣмъ ближе становится Земля къ афелію, тѣмъ большая площадь сѣвернаго полушарія освѣщается солнечными лучами. Здѣсь увеличиваются дни и уменьшаются ночи; въ южномъ полушаріи наоборотъ. 22 іюня (н. с.) Земля находится въ афеліи. Свѣтораздѣльный кругъ проходитъ теперь на разстояніи $23^1/_2$° отъ обоихъ полюсовъ, такъ что при суточномъ вращеніи Земли вся ея поверхность отъ сѣвернаго полюса до $66^1/_2$° широты постоянно освѣщена Солнцемъ, и наоборотъ—такая же область, прилегающая къ южному полюсу, находится во тьмѣ. Это, такъ сказать, полдень полугодового сѣвернаго полярнаго дня и полночь полугодовой южной полярной ночи. Это время *лѣтняго солнцестоянія*, когда на сѣверномъ полушаріи бываютъ самыя короткія ночи и самые длинные дни. Начинается разгаръ сѣвернаго лѣта. На южномъ полушаріи все идетъ обратно.

Отъ афелія Земля съ возрастающей скоростью мчится къ другой равноденственной точкѣ—къ точкѣ *осенняго равноденствія.* Дни на сѣверномъ полушаріи начинаютъ убывать, а ночи увеличиваются, пока 23 сентября (н. с.) не наступаетъ равноденствіе. Съ этого времени на южномъ полюсѣ наступаетъ полугодовой день, въ то время какъ сѣверный погружается на полгода въ мракъ. На сѣверномъ полушаріи дни дѣлаются короче ночей и наступаетъ осень; на южномъ же вступаетъ въ свои права весна, все прибываютъ дни и убываютъ ночи.

Такъ длится до 22 декабря (н. с.), когда Земля достигаетъ перигелія. На сѣверномъ полушаріи царитъ зима и наступаютъ самые короткіе дни, на южномъ—продолжительные знойные лѣтніе дни. Затѣмъ Земля поворачиваетъ къ точкѣ весенняго равноденствія и... думаемъ, что читатель самъ доскажетъ все остальное.

Переходя теперь къ болѣе точному опредѣленію фигуры и размѣровъ Земли, мы тотчасъ сталкиваемся съ затрудненіемъ, которое, быть можетъ, покажется иному удивительнымъ. Дѣло въ томъ, что мы до сихъ поръ не знаемъ *вполнѣ точно* ни этихъ размѣровъ, ни этой фигуры. Обратите вниманіе на слова «вполнѣ точно». Конечно, мы уже давно знаемъ, что Земля шарообразна. Всѣ другія планеты, какъ мы достовѣрно видимъ и знаемъ, шарообразны,—такъ почему же Землѣ не быть такой же? Наконецъ, что касается Земли, то въ шарообразности ея убѣдились, какъ мы знаемъ, опытнымъ путемъ уже послѣ перваго кругосвѣтнаго путешествія (1519—1522 гг.) Магеллана. Да, мы знаемъ, что наша Земля *похожа* на шаръ, что она, пожалуй, *почти* шаръ; но вѣдь и яблоко, и яйцо и арбузъ и дыня тоже похожи на шаръ... Къ какому же точно роду шарообразныхъ тѣлъ принадлежитъ Земля?

Желательный отвѣтъ на этотъ вопросъ могутъ дать только непосредственныя измѣренія. Необходимо точнѣйшимъ образомъ измѣрить земной меридіанъ и опредѣлить его форму.

Такое первое научное измѣреніе дуги земного меридіана было произведено французскимъ астрономомъ *Пикаромъ* въ 1699 году. Вслѣдъ затѣмъ въ 1736 г. двѣ экспедиціи французскихъ ученыхъ отправились одна въ *Перу* (Америка), черезъ которую проходитъ экваторъ, другая въ Россію, въ *Лапландію*, лежащую подъ большимъ градусомъ сѣверной широты. Результаты этихъ двухъ экспедицій въ первый разъ дали возможность составить себѣ болѣе вѣрное понятіе о формѣ Земли, которая до того времени вызывала различные споры. Впослѣдствіи, подъ разными широтами и въ различныхъ странахъ, многократно производились измѣренія дугъ меридіана, и меридіанныя линіи, измѣренныя въ различныхъ мѣстахъ Европы, были связаны между собой. Сводка всѣхъ этихъ измѣреній привела къ слѣдующимъ результатамъ:

1) *Всѣ земные меридіаны можно считать равными между собою и разсматривать земную поверхность какъ поверхность вращенія около нѣкоторой оси, называемой земною осью.*

2) *Земной меридіанъ имѣетъ форму эллипса съ очень малымъ эксцентриситетомъ; малая ось этого эллипса параллельна оси міра, и, слѣдовательно, Земля имѣетъ форму сжатаго эллипсоида вращенія (сфероида).*

Обыкновенно эти результаты выражаютъ, говоря, что Земля есть сфероидъ, слегка сжатый у полюсовъ и растянутый у экватора. Еще точнѣе было бы сказать, что земная поверхность есть поверхность, образуемая вращеніемъ эллипса около его малой оси. Большая ось описываетъ при этомъ вращеніи плоскость экватора; центръ эллипса есть центръ Земли; а оконечности малой оси вращенія суть земные полюсы.

Слѣдствіемъ сжатія Земли у полюсовъ является *увеличеніе длины градуса* дуги меридіана при движеніи отъ экватора къ полюсу. Обнаруженіе этого факта и было первымъ реальнымъ доказательствомъ эллиптической формы меридіана.

Сдѣланныя упомянутыми выше экспедиціями измѣренія показали, напр., что длина одного градуса дуги меридіана въ Лапландіи равна 57 422 туазамъ, 57 060 туазамъ во Франціи и 56 750 туазамъ [1]) въ Перу.

* * *

Въ 1790 году учредительное собраніе во Франціи поручило особой комиссіи установить новую систему мѣръ и вѣсовъ, извѣстную теперь подъ именемъ *метрической системы*. Въ 1791 году комиссія рѣшила принять за единицу длины одну десятимилліонную часть четверти земного меридіана; эта единица получила названіе *метра.*

---

[1]) Туазъ = 0,9 сажени приблизительно.

Дуга меридіана, идущаго по Франціи отъ Дюнкирхена до Перпиньяна и измѣренная въ 1740 г. Лакайлемъ и Кассини, была продолжена Деламбромъ и Мехиномъ до Барселоны. Комбинируя полученные такимъ образомъ результаты съ прежде имѣвшимися и принимая за единицу *перуанскій туазъ,* т.-е. желѣзную линейку длиною въ одинъ туазъ, уже служившую ученымъ экспедиціи, снаряженной въ 1736 г. для поѣздки въ Перу, длину одной четверти земного меридіана установили въ 5 130 740 туазовъ. Этотъ результатъ былъ принятъ Законодательнымъ Корпусомъ 4-го мессидора VII года (22-го іюня 1799 г.), и *легальный метръ* есть длина платиновой линейки при температурѣ 0 градусовъ по Цельсію, хранящейся въ Національныхъ Архивахъ въ Парижѣ. Эта длина = 0,513074 туаза или 3 футамъ 11,296 линіямъ, или 0,4686956 сажени.

Впослѣдствіи новыя измѣренія, произведенныя въ различныхъ странахъ, между прочимъ, продолженіе французскаго меридіана до Балеарскихъ острововъ, сдѣланное Біо и Араго, и до Алжира генераломъ Перье, показали, что легальный метръ, опредѣленный выше, короче одной десятимилліонной четверти земного меридіана приблизительно на 2 десятыхъ миллиметра.

Указанными выше изслѣдованіями, конечно, не ограничились. Ими только начался рядъ многочисленныхъ, тщательныхъ и часто грандіозныхъ измѣреній, продолжающихся и по наши дни. Приведемъ здѣсь по *Фаю* (Faye) числа, дающія представлепіе о размѣрахъ Земли. Числа эти получены изъ совокупности измѣреній дуги меридіана шведо-русскихъ, англо-французскихъ, въ Индіи, Перу, на мысѣ Доброй Надежды, въ Пруссіи, Даніи и Ганноверѣ:

Четверть эллиптическаго меридіана	10 002 008	метровъ
Большая полуось	6 378 393	»
Малая полуось	6 356 549	»
Окружность экватора	40 076 625	»
Поверхность въ квадр. километр.	510 082 000	»
Объемъ въ милліонахъ кубич. килом.	1 083 260	»

Отсюда видно, что разность между большою и малою полуосью земного сфероида составляетъ 21 844 метра, т. е. около 22 километровъ. Отношеніе этой длины къ длинѣ большой полуоси называется величиною *сжатія* Земли и равно $^1/_{292}$. Градусы меридіана уже не равны между собою, но средняя ихъ длина равна 111 133,4 м., т. е. около 111 километровъ, или 105 верстамъ.

Земля, слѣдовательно, весьма мало отличается отъ шара, и если пренебречь этимъ отличіемъ и, конечно, разницею между легальнымъ метромъ и десятимилліонною частью четверти земного меридіана, то во многихъ вопросахъ практики и науки можно разсматривать Землю какъ шаръ, у котораго окружность большого круга равна 40 000 километрамъ.

Приведенныя данныя о фигурѣ и размѣрахъ Земли несомнѣнно довольно близки къ истиннымъ, однако не настолько, чтобы удовлетворить требованіямъ современной науки, и въ частности *геодезіи*, ставящей своей цѣлью точнѣйшее измѣреніе Земли и опредѣленіе формы ея поверхности. Чѣмъ точнѣе дѣлаются измѣренія, тѣмъ менѣе геодезисты мирятся съ предположеніемъ о томъ, что представленіе о Землѣ, какъ о правильномъ сфероидѣ, обладаетъ необходимой научной точностью. Поверхность нашей планеты имѣетъ болѣе неправильную форму, чѣмъ предполагали раньше. На материкахъ она значительно повышается, а на океанахъ опускается на нѣсколько иногда тысячъ футовъ. Получается такимъ образомъ хотя и сфероидальная, но нессиметричнаго вида фигура, которой дали названіе *геоида* и понятіе о которой даетъ рисунокъ 278. Итакъ, наша Земля есть геоидъ, сжатый у полюсовъ, о размѣрахъ котораго можно судить пока приблизительно, пользуясь данными, приведенными нами выше. Такимъ образомъ окончательное выясненіе *точной* фигуры и размѣровъ Земли принадлежитъ будущему. Для насъ же пока достаточно знать, что фигура Земли носитъ названіе «геоида», и что геоидъ по размѣрамъ *въ среднемъ* довольно близокъ къ сжатому у полюсовъ шару съ поперечникомъ около 12 700 километровъ. Конечно, можно напередъ сказать, что наблюдателю съ Марса, напр., Земля съ окружающей его атмосферой представлялась бы просто правильнымъ шаромъ безъ замѣтнаго даже сжатія у полюсовъ. Впрочемъ, нѣсколько ниже мы еще разъ коснемся вопроса объ истинномъ видѣ Земли.

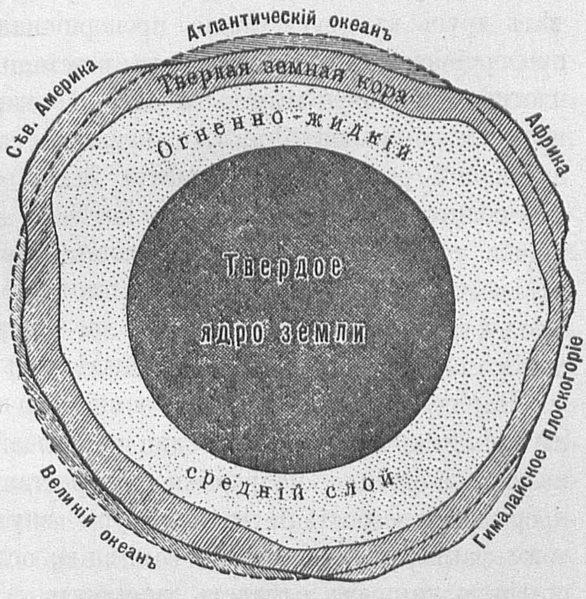


Рис. 278. Поперечный разрѣзъ Земли (геоида).

Какое же количество массы или вещества заключается въ нашемъ земномъ шарѣ, или геоидѣ? Здѣсь мы подходимъ къ весьма интересному вопросу о плотности Земли. Знать эту среднюю плотность весьма важно какъ потому, что по ней дѣлаются заключенія о массахъ остальныхъ планетъ, такъ и потому, что на основаніи этой плотности можно съ извѣстной степенью вѣроятности судить о внутреннемъ состояніи земного шара, а слѣдовательно строить сравнительныя заключенія о физическомъ строеніи и другихъ міровыхъ тѣлъ. Какіе пріемы и способы употребляются для опредѣленія плотности Земли,—описывать не будемъ. Скажемъ только, что въ основу ихъ положенъ все тотъ же великій законъ всемірнаго тяготѣнія, по которому взаимное притяженіе двухъ тѣлъ другъ къ другу прямо пропорціонально ихъ массамъ и обратно пропорціонально квадратамъ ихъ разстояній. За единицу же сравненія плотности принята плотность воды. И оказывается, что средняя плотность Земли равна $5^1/_2$, т. е. превышаетъ плотность воды въ пять съ половиной разъ. На поверхности Земли средняя плотность веществъ, слагающихъ земную кору, не болѣе $2^1/_2$. Слѣдовательно, необходимо прійти къ весьма важному заключенію, что внутренность Земли состоитъ изъ весьма плотныхъ или тяжелыхъ веществъ. Земной шаръ, слѣдовательно, непрерывно уплотняется къ центру, хотя законъ этого уплотненія съ глубиной намъ еще неизвѣстенъ.

Наряду съ уплотненіемъ земного вещества, по мѣрѣ возрастанія глубины, наблюдается еще одно чрезвычайно важное и знаменательное явленіе, а именно: непрерывное возрастаніе количества тепла, или непрерывное возрастаніе температуры внутреннихъ слоевъ Земли. Это тоже фактъ, не подлежащій сомнѣнію, особенно послѣ одного большого опыта, о которомъ слѣдуетъ упомянуть.

Въ Германіи въ Шладебахѣ, недалеко отъ Лейпцига, компанія промышленниковъ-капиталистовъ пыталась найти въ глубинѣ Земли каменный уголь. Съ этой цѣлью посредствомъ особаго рода бурава была сдѣлана въ Землѣ глубокая скважина, чтобы опредѣлить залегающія на глубинѣ породы и добраться до угля. Скважину пробуравили глубиной до полуторы версты, затратили на это не менѣе 100 тысячъ рублей, а каменнаго угля такъ-таки и не нашли. Зато для науки отъ этого начатаго съ коммерческими цѣлями опыта получилась польза: возрастаніе температуры Земли вмѣстѣ съ глубиной подтвердилось, и было найдено, что на каждые 36 метровъ въ глубину температура возрастаетъ на одинъ градусъ Цельсія.

Слѣдуетъ замѣтить, что этотъ законъ возрастанія температуры съ глубиной еще не вполнѣ выясненъ. Тѣмъ не менѣе, не рискуя впасть въ большую ошибку, можно принять, что черезъ каждыя полторы версты въ глубину температура внутри Земли повышается на 44 градуса Цельсія. Положимъ, нельзя утверждать, что повышеніе температуры точно слѣдуетъ этому закону *вплоть до самаго центра* Земли, т. е. на разстояніи 6000 почти верстъ. Неизвѣстно также, какъ отзывается на повышеніи температуры то, что къ центру Земли развивается огромное давленіе и возрастаніе плотности вещества, но фактъ несомнѣненъ: температура Земли съ глубиной возрастаетъ и должна достигать въ центральныхъ частяхъ нашей планеты такой огромной величины, при которой всѣ наши тугоплавкія вещества въ обыкновенныхъ условіяхъ обратились бы въ газы. Въ какомъ состояніи они находятся тамъ, внутри, подъ страшнымъ давленіемъ и страшной температурой—мы не имѣемъ возможности судить.

Выдвигается и другой вопросъ: откуда взялось внутри Земли это огромное количество теплоты, о существованіи которой мы здѣсь, на поверхности, даже не подозрѣваемъ, такъ какъ ясно обнаруживаться она начинаетъ только съ извѣстной глубины?

Объяснить происхожденіе этой теплоты пытались разными предположеніями. Всѣ они, однако, оказались несостоятельными предъ лицомъ строгой научной провѣрки и вычисленій. Самымъ вѣроятнымъ считается пока допущеніе, что Земля когда-то, сотни и тысячи милліоновъ лѣтъ назадъ, была раскаленнымъ тѣломъ. Къ этому состоянію она пришла изъ еще болѣе раскаленнаго жидкаго состоянія, а въ жидкое—изъ еще болѣе раскаленнаго газообразнаго. Такимъ образомъ приходятъ къ замѣчательному выводу относительно того состоянія, въ которомъ когда-то находились вещества, составляющія нынѣ Землю. Въ неизмѣримо далекія времена наша планета была массой нагрѣтаго пара и, конечно, занимала огромный объемъ, быть можетъ въ сотни или тысячи разъ большій теперешняго. Путемъ лучеиспусканія она теряла изо дня въ день теплоту, излучая ее въ холодное міровое пространство. Рядомъ съ этимъ шелъ процессъ постепеннаго сжатія газообразнаго раскаленнаго облака, давшаго начало Землѣ. Вотъ оно обратилось въ жидкій раскаленный шаръ. Лучеиспусканіе продолжается,—продолжается и сжатіе земного шара. Земля обращается въ раскаленное, а потомъ теплое тѣло. Настало время, когда собственная теплота Земли нагрѣвала ея поверхность такъ же, какъ ее нагрѣваетъ нынѣ Солнце. Но лучеиспусканіе и вмѣстѣ сжатіе Земли продолжалось. На поверхности ея образовалась твердая, все болѣе и болѣе охладѣвающая кора; углубленія заполнились водой. Собственная теплота Земли уже не оказываетъ вліянія на жизнь поверхности. Эта послѣдняя жадно ловитъ солнечный свѣтъ и начинаетъ жить исключительно насчетъ солнечной энергіи. Тѣмъ не менѣе въ Землѣ существуетъ еще огромный запасъ теплоты, и эта теплота непрерывно излучается изъ нея и теперь изо дня въ день, изъ часа въ часъ. Вычислено, что количество излучаемой нынѣ Землей *ежегодно* теплоты достаточно для того, чтобы растопить слой льда вокругъ всей поверхности Земли толщиной въ одну пятую дюйма. Впрочемъ, надо замѣтить, что достаточно точнаго измѣренія количества излучаемой нынѣ Землей теплоты не удалось произвести. Для этого надо имѣть больше наблюденій и данныхъ, чѣмъ есть.

Къ какому же состоянію пришла въ концѣ концовъ Земля? Какія наиболѣе вѣрныя заключенія можно сдѣлать о внутреннемъ ея строеніи, о ея недоступныхъ нашему непосредственному наблюденію глубинахъ и нѣдрахъ? Глубоко интересный и важный вопросъ, правильное рѣшеніе котораго могло бы дать въ руки человѣчества надежный ключъ, чтобы объяснить многія тайны явленій не только на нашей планетѣ, но во всей вселенной вообще. И нѣтъ ничего удивительнаго, что этотъ-то вопросъ постоянно и издавна занимаетъ человѣчество. Много тысячъ лѣтъ, однако, прошло, пока отъ поэтически-наивныхъ фантазій о тартарѣ и различныхъ болѣе или менѣе страшныхъ подземныхъ богахъ и чудовищахъ вопросъ вступилъ въ область научной мысли. Но и здѣсь, съ ростомъ естествознанія, съ накопленіемъ фактовъ, одно предположеніе смѣняетъ другое. Велись и ведутся споры. Въ курсъ этихъ споровъ и въ знакомство съ состояніемъ вопроса наилучше введетъ читателя извѣстный популяризаторъ-поэтъ Вильгельмъ Бельше, небольшимъ, но прекраснымъ отрывкомъ «Въ нѣдрахъ Земли».

Какъ-то разъ къ Александру Гумбольдту явился какой-то таинственный капитанъ съ неслыханнымъ сообщеніемъ. Онъ увѣрялъ, будто у сѣвернаго полюса открывается огромная пропасть, ведущая къ центру Земли, всегда окруженная красной короной сѣвернаго сіянія. Внутри Земли дѣйствительно находится пустота. Въ этой пустотѣ кружатся другъ возлѣ друга двѣ маленькія, но свѣтящіяся звѣзды. И въ ихъ сіяніи на внутренней сторонѣ шаровой поверхности еще теперь блуждаютъ ихтіозавры и птеродактили первобытнаго міра.

Маститый старикъ Гумбольдтъ сопровождалъ всегда свой разсказъ объ этой фантазіи веселой улыбкой. Какъ красиво было бы, если бы это была правда!

Его сосѣдка за столомъ на придворномъ обѣдѣ задала ему тогда вопросъ (этой «странствующей энциклопедіи» обычно задавали различные вопросы): что же дѣйствительно можно теперь видѣть внутри Земли? И почтенный старикъ тотчасъ ей разсказалъ со своей неутомимой рыцарской любезностью, что Земля, по строго научнымъ даннымъ, имѣетъ видъ шара, въ которомъ, какъ, напр., въ воздушномъ шарѣ, только очень тонкая наружная стѣнка состоитъ изъ твердой матеріи, могущей вполнѣ заслуженно быть названной «Землей». Колоссальная внутренняя часть шара въ дѣйствительности не представляетъ собою ни абсолютной пустоты, ни такой пустоты, въ которой вращаются лишь два маленькихъ тѣла, какъ въ дѣтской погремушкѣ.

Какъ воздушный шаръ наполненъ газомъ, такъ и внутренность Земли наполнена страшно раскаленной массой, частью имѣющей видъ лавы, частью, особенно поглубже, газообразной. Иногда этотъ раскаленный океанъ начинаетъ волноваться. Тогда дрожитъ тонкая оболочка земного шара — происходитъ землетрясеніе, или вдругъ образуется трещина, и черезъ нее выбрасывается лава наружу, къ намъ, созданіямъ, кишащимъ на наружной поверхности оболочки земного шара. Это изверженіе, впрочемъ,—большое счастье, такъ какъ оно дѣйствуетъ какъ автоматическое отверстіе клапана въ паровомъ котлѣ; не будь этого хорошаго естественнаго саморегулятора, страшный котелъ уже давно бы взорвался подъ давленіемъ своихъ паровъ.

Рис. 279 А. Гумбольдтъ.

Дама улыбнулась и замѣтила, что естествоиспытатель — самый ужасный человѣкъ, такъ какъ открываетъ наводящія страхъ фантазіи матери-природы, съ которыми не можетъ сравниться никакая человѣческая сказка.

Замѣчательная вещь — научныя теоріи. Мнѣ иногда приходитъ на умъ жалоба одного мальчика при кегляхъ: къ его величайшей досадѣ, только онъ успѣлъ поставить всѣ кегли, какъ кто-то сразу повалилъ ихъ всѣ, и онѣ опять, какъ и раньше, лежатъ всѣ на полу.

Въ настоящее время вполнѣ возможенъ такой случай, что за столомъ кто-либо, желая, какъ Гумбольдтъ, разсказать для общаго увеселенія что-нибудь поистинѣ изумительно-фантастическое, началъ бы разсказывать именно эту «научную» теорію строенія Земли стараго Гумбольдта, съ ея наполненнымъ газомъ, дрожащимъ и лопающимся земнымъ шаромъ. И этотъ гумбольдтовскій шаръ, который уже тогда подвергался повсюду критикѣ, теперь только фантастическая сказка.

Огнедышащія горы и горячіе источники прежде всего навели на мысль, что въ нѣдрахъ Земли скрывается огонь! Кто не задумался бы теперь, увидѣвъ такой ландшафтъ изъ южной полярной области: морской берегъ, благодаря своему удаленному отъ Солнца положенію погребенный подъ льдомъ ледниковъ и подъ вѣчными снѣговыми полями, и изъ этого ледяного берега поднимается гора Эребусъ, выше Этны; изъ глубины этого вулкана среди окружающей ночи вырывается наружу красное, раскаленное пламя,—пламя отъ расплавившихся камней, поднимающихся изъ глубины вулкана къ самымъ краямъ кратера?

Вслѣдъ за этимъ первымъ наблюденіемъ послышался голосъ суроваго горнаго рабочаго, жаловавшагося, что чѣмъ глубже приходится работать подъ землей, тѣмъ жарче становится тамъ. Прибѣгли къ измѣреніямъ и нашли приблизительно вѣрную цифру этого возрастанія температуры. Впрочемъ, на извѣстной глубинѣ, не очень большой, возможность измѣренія температуры прекращается. Вѣдь въ настоящее время наша глубочайшая на Землѣ буровая скважина не превышаетъ двухъ километровъ, ничтожной части радіуса нашей планеты.

Но относительно дальнѣйшаго возрастанія температуры пришлось прибѣгнуть къ вычисленіямъ.

Когда въ глубокой ямѣ находится лѣстница и извѣстное количество ступенекъ хорошо видно, то легко догадаться, что эта лѣстница идетъ до самаго дна; принявъ во вниманіе глубину ямы, можно легко вычислить также количество невидимыхъ ступенекъ лѣстницы. Приблизительно такъ поступили и при вычисленіи теплоты Земли и ея возрастанія по мѣрѣ углубленія въ ея нѣдра.

Получились, однако, очень солидныя цифры. Если теплота такимъ образомъ дѣйствительно повышается, то на глубинѣ полумили вся вода должна превратиться въ паръ; на глубинѣ сорока километровъ всѣ камни должны превратиться въ раскаленную лаву. Для всей почти совершенно твердой коры останется тогда какихъ-нибудь двѣ мили.

Самыя послѣдовательныя вычисленія придавали этой твердой корѣ почти такую же толщину относительно земного шара, какую имѣетъ бумага, наклеенная на глобусъ средней величины. Оказывается, насъ отдѣляетъ отъ ада лишь корка толщиною съ пленку мыльнаго пузыря.

И все же какъ много охватывала эта теорія!

Она заглядывала въ первые дни существованія Земли. Когда-то Земля была снаружи такимъ же раскаленнымъ шаромъ, какъ Солнце теперь; этотъ пылающій адъ,—въ теченіе милліоновъ лѣтъ только слегка измѣнившій свое первоначальное состояніе,—не что иное, какъ старая звѣзда, покрытая тонкимъ слоемъ пепла. Ей стоило только, какъ титану, пошевельнуться, — и въ теченіе ночи она воздвигала цѣлую вулканическую гору; стоило ей только нѣсколько болѣе продолжительно побезпокоиться,—и она создавала цѣлую горную цѣпь, поднимающуюся снизу. Опустошительными катастрофами, губившими всякую жизнь, она иногда бушевала на всей своей поверхности; тогда все живущее пропадало подъ базальтовымъ покровомъ, пока не возникали новыя очень загадочныя образованія изъ шлака, опять остывшаго.

Героическій сонъ!

Что же однако осталось теперь признаннаго наукой изъ всей этой теоріи?

Это былъ «геологическій миѳъ», исчезнувшій навсегда!

Самъ Гумбольдтъ уже удивлялся, что такая ничтожная оболочка можетъ выдержать огромное давленіе находящагося въ броженіи, то и дѣло готоваго взорваться содержимаго «парового котла». Не то было замѣчательно, что она тамъ-то и тамъ-то, тогда-то и такъ-то часто взрывалась, но то, что она вообще гдѣ бы то ни было еще держится.

На этотъ страшный котелъ съ невозможно высокимъ давленіемъ всегда оказывали извнѣ свое вліяніе силы, нарушавшія его равновѣсіе. Луна, вызывавшая приливъ моря на земной корѣ, должна была также поднимать вверхъ и адское пламя, лишь немногимъ глубже находящееся подъ Землей въ жидкой раскаленной массѣ. Почему же это не приводило къ постояннымъ катастрофамъ?

Если же земная кора тоже всегда эластически поднималась и опускалась, то почему это не уничтожало влiянiя, оказываемаго на земную кору приливомъ и отливомъ волнъ? Ничего подобнаго не замѣчалось. Приливъ и отливъ океана совершался всегда съ математическою точностью, словно дѣло происходитъ на абсолютно твердомъ основанiи.

Тогда сдѣлали выводъ, что кора должна быть значительно толще, чѣмъ предполагалось.

Но въ такомъ случаѣ нельзя считать вѣрнымъ прежнее вычисленiе роста температуры по мѣрѣ углубленiя въ толщу Земли. Что теплота возрастаетъ въ опредѣленномъ процентномъ отношенiи до изслѣдованной нами границы на глубинѣ двухъ километровъ,—это безспорно. Но вѣдь это отношенiе могло бы и не оставаться безъ всякаго измѣненiя до самаго центра Земли, и тогда кора не была бы такъ тонка и не такъ скоро бы начиналась чистая лава. По ту сторону границы нашей буровой скважины долженъ оказывать влiянiе неизвѣстный факторъ, ограничивающiй до нѣкоторой степени ростъ температуры.

Но при этихъ теоретическихъ разсужденiяхъ могъ бы кто-нибудь спросить: почему возрастанiе температуры не можетъ совсѣмъ прекратиться на извѣстной глубинѣ?

До двухъ километровъ глубины термометръ поднялся на столько-то и столько-то. При сорока километрахъ глубины мы должны наткнуться на раскаленную лаву. Но кто же могъ бы поручиться, что дальше вглубь положенiе не мѣняется и температура не начинаетъ убывать вмѣсто того, чтобы возрастать?

Тогда бы Земля предстивляла собою нѣчто въ родѣ толстаго древеснаго ствола, на которомъ тонкая, твердая кора—наша населенная земная поверхность; подъ корой тонкiй слой луба, — это содержимое Земли, состоящее изъ лавы; и затѣмъ вся остальная толща, главная масса земного шара, занимающая въ глубину столько-то сотенъ миль, — это совершенно твердая сердцевина Земли, соотвѣтствующая ядру древеснаго ствола.

Но тогда возникаетъ такой вопросъ: эта узкая полоска ада, вмѣсто раньше предполагавшагося огромнаго ада, выполняющаго всю внутренность земного шара, эта раскаленная сорочка на матери-Землѣ вмѣсто цѣлаго огненнаго тѣла,—въ состоянiи ли она объяснить всѣ прежнiя катастрофы, появленiе горъ, современныя землетрясенiя и вулканическiя изверженiя?

Защитникъ старой теорiи въ этомъ вопросѣ пережилъ бы теперь удивительную трагедiю.

Съ того времени всѣ вспомогательныя науки, имѣющiя значенiе для даннаго вопроса, словно полки солдатъ, идущiе одинъ за другимъ, потихоньку каждая въ отдѣльности выдвинулись впередъ.

Геологiя, наука объ исторiи Земли, ничего теперь больше не знаетъ о прежнихъ катастрофахъ. Жизнь на Землѣ выступаетъ теперь передъ нами въ свѣтѣ непрерывнаго развитiя. Правда, и въ прежнiя времена то здѣсь, то тамъ на земномъ шарѣ выбрасывали пламя вулканы, — нѣкоторые въ такихъ мѣстахъ, гдѣ сейчасъ ихъ совсѣмъ нѣтъ. Но именно въ древнiе перiоды исторiи Земли были очень продолжительные промежутки времени, когда вулканическая дѣятельность была ничтожна. Появились материки иногда тамъ, гдѣ никогда не было раньше ни одного вулкана.

Никогда не было въ исторіи Земли такого случая, чтобы массы базальта, вырвавшіяся изъ земной трещины, могли похоронить подъ своей тяжестью весь животный и растительный міръ.

Затѣмъ вопросъ о самихъ вулканахъ. Здѣсь выдвигается впередъ второй полкъ солдатъ.

Уже давно какъ-то одинъ человѣкъ, понимавшій кое-что въ паровыхъ котлахъ и представлявшій себѣ Землю какъ котелъ съ очень тонкой стѣнкой, постоянно дрожащій отъ внутренняго огня, — этотъ человѣкъ по поводу вулкановъ заявилъ, что онъ никакъ не можетъ считать, какъ Гумбольдтъ, предохранительными клапанами эти ничтожныя точки, представляемыя всѣми извѣстными вулканами, въ сущности лишь микроскопическіе уколы на бумагѣ глобуса, но только очень въ большомъ масштабѣ. Всѣ эти вулканы, по его мнѣнію, можно было бы сравнить развѣ только съ трещинами для заклепокъ въ стѣнкѣ котла, но регулировать что бы то ни было вулканы не въ состояніи.

Тогда вся прежняя вулканическая теорія свелась къ совершенной иной, гораздо болѣе скромной теоріи и была поставлена на совершенно иное, очень скромное основаніе.

Для всѣхъ, даже самыхъ грозныхъ проявленій вулканической дѣятельности Земли теперь стали считать достаточной причиной существованіе сравнительно небольшихъ подземныхъ озеръ лавы; эти озера повременамъ опорожняются и при этомъ иногда совсѣмъ истощаются, а иногда лишь временно. Нѣтъ никакой нужды эти озера считать находящимися глубже, чѣмъ, приблизительно, на разстояніи 40—80 километровъ отъ земной поверхности, какъ это предполагаетъ относительно лавы другая теорія. Нѣтъ никакой нужды выходить въ данномъ случаѣ за предѣлы этой толщины земной коры и ставитъ вулканическія явленія въ связь съ поистинѣ колоссальными глубинами, находящимися въ таинственныхъ нѣдрахъ нашей планеты. Нѣтъ также никакой нужды дѣлать предположеніе о существованіи сплошного слоя лавы: достаточно и отдѣльныхъ озеръ, быть можетъ, мѣстами случайно сообщающихся другъ съ другомъ, на-подобіе сѣти подземныхъ источниковъ.

Должна же была, однако, когда-то эта лава, по меньшей мѣрѣ, съ титанической силой поднять всѣ наши горы? Развѣ все же не понадобилась для этого стихійная первобытная сила какого-либо находящагося въ глубинѣ Земли урагана?

Тутъ выступаетъ на сцену третій полкъ.

Наша современная теорія горообразованія давно уже не нуждается въ вулканической подъемной силѣ въ старомъ смыслѣ, употреблявшемся во времена Гумбольдта. Съ точки зрѣнія современной теоріи большія горныя цѣпи земного шара всѣ являются результатомъ своеобразнаго образованія складокъ на земной корѣ. Нѣтъ возможности объяснить этотъ процессъ образованія складокъ простымъ давленіемъ напирающихъ снизу массъ.

Если уже необходимо какое-нибудь объясненіе (впрочемъ, далеко еще не доказанное), то скорѣе болѣе подходящимъ будетъ предположеніе, что земной шаръ, охлаждаясь, сокращается въ объемѣ и при этомъ образуетъ складки, похожія на складки на сморщившемся яблокѣ: горообразованіе при этой точкѣ зрѣнія можно было бы считать цѣликомъ результатомъ опусканія, происходящаго въ сморщивающейся земной корѣ.

Все, однако, говоритъ за то, что исходный пунктъ этого образованія складокъ никогда не былъ глубже, чѣмъ вышеупомянутый резервуаръ вулканической лавы, и его разстояніе отъ земной поверхности, самое большее, равнялось двумъ милямъ.

И этой «поверхностности» процесса соотвѣтствуетъ также, въ сущности, незначительность результатовъ его. Вѣдь только намъ, пигмеямъ на земной поверхности, кажутся колоссальными Гималайскія горы: при ихъ вышинѣ приблизительно въ одну милю онѣ представляютъ собою только пятнышко, ничтожнѣйшую неровность на всей шаровой поверхности. Отъ силы, дѣйствующей въ центрѣ всего земного ядра, мы должны были бы ожидать совершенно другихъ результатовъ.

Что касается того взаимоотношенія между вулканами и образованіемъ горъ, на которое указывали еще раньше, то новѣйшая теорія совершенно просто объясняетъ это тѣмъ, что вулканическія изверженія должны были имѣтъ мѣсто, какъ слѣдствіе упомянутыхъ горообразующихъ перемѣщеній въ земной корѣ. Всѣ эти трещины, провалы, разрывы, происходящіе надъ озерами лавы, могутъ имѣть послѣдствіемъ уменьшеніе давленія, и тогда лава брызнетъ высоко вверхъ, словно случайно пробуравленный источникъ воды.

Штюбель предложилъ тоже очень интересную теорію: по его мнѣнію, изверженіе лавы есть только результатъ охлажденія Земли. Авторъ теоріи полагаетъ, что лава обладаетъ тѣмъ же свойствомъ, что и вода: она при охлажденіи расширяется. Извѣстно, что отъ воды, при ея замерзаніи, лопается бутылка, въ которой вода хранится, хотя для воды въ жидкомъ состояніи въ бутылкѣ было достаточно мѣста: ледъ требуетъ большаго помѣщенія. Вслѣдствіе того, что массы лавы, находящіяся въ глубинѣ Земли, постоянно охлаждаются, происходитъ одновременное увеличеніе объема этихъ массъ, и излишекъ жидкой лавы при этомъ вытѣсняется наружу. Вслѣдствіе этого и происходятъ на поверхности вулканическія явленія, — точь въ точь по той же причинѣ, по какой изъ трещинъ льда поднимается выжатый излишекъ воды, появившейся при расширеніи льда.

Итакъ, короче говоря, старая теорія строенія земного ядра совершенно разбита.

Мы должны, однако, сознаться, что всѣ наши знанія, всѣ наши теоріи относятся лишь къ первымъ десяти милямъ земного шара; остальная колоссальная часть его,—такъ сказать, все тѣло великана,—для насъ все еще остается неизвѣстной.

Только одно свойство этой неизвѣстной области установлено съ несомнѣнной твердостью: это—непомѣрно *высокій удѣльный вѣсъ* всего земного шара.

Земля вѣситъ столько, что остается сдѣлать только одно предположеніе: ея ядро должно быть изъ такого вещества, которое приблизительно обладаетъ удѣльнымъ вѣсомъ чистаго желѣза. Нѣтъ никакихъ препятствій предполагать, что земное ядро дѣйствительно состоитъ изъ чистыхъ металлическихъ массъ.

Итакъ, земной шаръ—это желѣзное яблоко (см. рис. 278), содержащее огненную массу подъ своей кожицей, образующее на этой кожицѣ морщины и имѣющее вокругъ нея воздухъ, нѣжный, словно запахъ вокругъ сливы; этотъ воздухъ кое-гдѣ содержитъ движущіяся небольшія точки,—здѣсь ужъ царствуетъ жизнь.

Старыя идеи, однако, цѣпки.

Въ нашихъ школьныхъ учебникахъ и популярныхъ учебныхъ руководствахъ еще долго мы будемъ находить теорію «парового котла» съ ея раскаленнымъ ядромъ подъ дрожащей оболочкой.

Здѣсь происходитъ то же, что и повсюду.

Естественно-историческіе миѳы обладаютъ совершенно особымъ упорствомъ. Но наука давно уже выбралась на свободную дорогу, гдѣ она можетъ вновь строить гипотезы для объясненія неизвѣстнаго.

Итакъ, надо отбросить представленіе о Землѣ, какъ о родѣ какого-то «парового котла», очень тонкія стѣнки котораго грозятъ всегда опасностью невыразимо страшнаго взрыва подъ огромнѣйшимъ давленіемъ заключенныхъ внутри его сжатыхъ раскаленнѣйшихъ газовъ. Если Земля и могла переживать подобныя состоянія при своемъ образованіи, то это было въ такія неизмѣримо далекія эпохи ея жизни, которыя не имѣютъ уже ничего общаго съ тѣми эпохами, которыя доступны современной Геологіи (исторіи Земли), ведущей свой счетъ сотнями и тысячами милліоновъ лѣтъ. Огненно-жидкая раскаленная *магма*, находящаяся подъ такой земной корой, представляетъ сравнительно нетолстый слой, и ничто, повидимому, не противорѣчитъ выводу, что основную и самую значительную часть Земли представляетъ твердое и огромной плотности ядро. Фундаментъ нашей планеты, если можно такъ выразиться, прочнѣе, чѣмъ предполагали раньше.

Наряду съ такой перемѣной взглядовъ на внутреннее строеніе Земли измѣнились теоріи о тѣхъ процессахъ, которыми объясняли образованіе земной поверхности въ ея настоящемъ видѣ,—ея горы и впадины, вулканы, океаны, моря и проч. Еще далеко не прошло столѣтія съ тѣхъ поръ, какъ въ Геологіи господствовала такъ называемая *теорія катастрофъ*, или быстрыхъ переворотовъ, охватывающихъ всю поверхность земного шара. Что эта поверхность неоднократно измѣняла свой видъ, пока достигла настоящаго состоянія, въ этомъ наука убѣдилась давно. Находя однѣ и тѣ же ископаемые и окаменѣлые остатки растительнаго или животнаго міра какъ на вершинахъ высочайшихъ горъ, такъ и на днѣ океановъ, въ тропическихъ странахъ и среди полярныхъ льдовъ, наука ставила естественный вопросъ: почему такъ?

«Надо думать,—говоритъ по этому поводу великій естествоиспытатель Кювье[1]),—что въ органическомъ мірѣ происходилъ рядъ перемѣнъ, обусловленныхъ измѣненіями свойствъ окружающей среды или шедшихъ, по меньшей мѣрѣ, параллельно этимъ измѣненіямъ. Когда же море, наконецъ, въ послѣдній разъ отодвинулось отъ суши, то населявшія его существа мало отличались отъ тѣхъ, которыми оно населено и по сіе время. Мы говоримъ: въ послѣдній разъ; ибо если со вниманіемъ изслѣдовать органическіе остатки, то придется сдѣлать заключеніе, что среди самыхъ древнѣйшихъ морскихъ наслоеній попадаются слои, переполненные растительными и животными образованіями, попавшими сюда съ суши или изъ прѣсноводныхъ источниковъ. Слѣдовательно, на Землѣ имѣли мѣсто повторныя катастрофы, измѣнявшія расположеніе слоевъ и выдвигавшія части суши изъ лона морскихъ водъ не постепенно, но *внезапно*, и надо полагать, что не разъ части Земли, уже сдѣлавшіяся сушею, снова покрывались водою, все равно—отъ того ли, что они погружались сами въ воду, или отъ того, что море поднималось и заливало ихъ. Замѣчательно однако, что подобныя повторныя событія отнюдь не происходили постепенно. Наоборотъ, большая часть катастрофъ происходила внезапно, и это всего легче доказать относительно послѣдней бывшей на Землѣ катастрофы. Она оставила на крайнемъ сѣверѣ трупы громадныхъ четвероногихъ, которые, будучи окружены льдами, сохранились и до нашихъ дней съ кожею и волосами; если бы смерть этихъ четвероногихъ и ихъ замороженіе произошли не одновременно, то они должны были бы подвергнуться полному разложенію. Съ другой стороны, этотъ вѣчный морозъ не царствовалъ въ тѣхъ мѣстахъ и въ то время, гдѣ и когда животныя были имъ охвачены, ибо будь тамъ такой морозъ, они не могли бы существовать. Стало быть, былъ такой моментъ, который вызвалъ гибель этихъ животныхъ и сковалъ всю страну, въ которой они жили, льдомъ. И это должно было произойти внезапно, а не съ постепенностью. А то, что такъ явственно можетъ быть выведено относительно послѣдней катастрофы, едва ли съ меньшей наглядностью можетъ быть доказано для другихъ, ей предшествующихъ, катастрофъ. Разрывы, изгибы, повороты, обнаруживающіеся на древнѣйшихъ отложеніяхъ, не оставляютъ никакого сомнѣнія въ томъ, что *внезапныя* и могучія причины привели эти наслоенія въ то состояніе, въ которомъ мы видимъ ихъ въ настоящее время...

---

[1]) «*Discours sur les révolutions de la surface du globe et sur les changements, qu'elles ont produits dans le regne animale*» («Бесѣды о переворотахъ на поверхности земного шара и о вызванныхъ ими измѣненіяхъ въ животномъ царствѣ»).

«Таковы выводы, къ которымъ мы приходимъ, изслѣдуя шагъ за шагомъ происшедшія явленія. Такъ громадные и страшные перевороты отпечатлѣлись на каждомъ шагу и сдѣлались доступны взору, умѣющему читать исторію по ея памятникамъ. Но что еще болѣе приводитъ насъ въ изумленіе, и что, тѣмъ не менѣе, остается внѣ всякаго сомнѣнія, это то, что не всегда на Землѣ существовала жизнь и что естествоиспытателю не трудно найти тотъ моментъ, только начиная съ котораго и жизнь начала дарить Землѣ свои произведенія»...

Приведенныя слова Кювье въ достаточной степени опредѣляютъ то, что великій естествоиспытатель и его ученые современники подразумѣвали подъ теоріей катастрофъ. Страшными и внезапными переворотами потрясалась время отъ времени Земля, и вся ея поверхность перекраивалась, такъ сказать, на новый ладъ. Внезапно исчезали материки и подымались новые. Гдѣ наканунѣ тянулись необозримыя равнины, съ могучими лѣсами и исполинскими чудовищными животными, тамъ съ громомъ и трескомъ, наполняющими всю вселенную, поднимались вдругъ исполинскія горы, а вулканы зажигали свои зловѣщіе, необъятные костры и изрыгали потоки лавы. Начиналась новая жизнь...

Съ этими эффектными картинами землеобразованія не согласна современная наука. Въ 1830 году глубокоученый англичанинъ Чарльзъ Лайель (Lyell, 1797—1875) издалъ свою знаменитую книгу «Основы Геологіи» («Principles of geology»), произведшую въ наукѣ полный переворотъ. Теорія катастрофъ Лайелемъ была опровергнута; настоящее же состояніе земной коры объясняется, какъ результатъ многочисленныхъ причинъ, дѣйствующихъ незамѣтно, но постоянно и по сію пору, общая сложность которыхъ и производитъ наблюдаемыя огромныя измѣненія земной поверхности. Картина образованія земной поверхности растянулась на необъятныя времена и въ значительной степени потеряла въ яркости, нисколько не теряя, конечно, въ изумительной грандіозности полученныхъ результатовъ. Вотъ отрывокъ изъ пятой главы сочиненія великаго геолога, гдѣ онъ устанавливаетъ новое, такъ называемое *эволюціонное* направленіе въ геологіи, получившее въ наши дни господствующее положеніе.

До сихъ поръ въ геологіи господствовали весьма различные взгляды относительно природы тѣхъ причинъ, которымъ слѣдуетъ приписать наблюдаемыя измѣненія земной поверхности. Первые наблюдатели полагали, что памятники, смыслъ которыхъ приходится теперь геологу разгадывать, принадлежатъ тому періоду, въ которомъ физическое устройство Земли совершенно отличалось отъ современнаго. Точно также принималось, что даже и послѣ населенія Земли живыми существами, дѣйствовали такіе агенты, которые и по характеру своему, и по объему совершенно отличались отъ нынѣ обусловливающихъ дѣятельность Земли причинъ. Эти взгляды мало-по-малу измѣнялись и частью совершенно оставлены; и такія перемѣны во взглядахъ шли параллельно съ накопленіемъ наблюденій и уясненіемъ истиннаго значенія различныхъ геологическихъ признаковъ. Нѣкоторыя явленія, долгое время считавшіяся указателями дѣйствія какихъ-то таинственныхъ и сверхъестественныхъ силъ, были, наконецъ объяснены тѣми законами, которые и въ настоящее время управляютъ матеріальнымъ міромъ. Открытіе этого неожиданнаго тожества привело геологовъ къ допущенію, что никогда на Землѣ не происходило перерыва въ однородномъ теченіи физическихъ явленій. Геологи считаютъ, что однѣ и тѣ же причины въ своихъ самыхъ разнообразныхъ взаимодѣйствіяхъ вызывали безконечное множество результатовъ, слѣды которыхъ и сохранились на земной поверхности. Соотвѣтственно такой точкѣ зрѣнія, геологи этого направленія предполагаютъ возможность повторенія аналогичныхъ измѣненій и въ будущемъ.

Будемъ мы согласны съ такою точкой зрѣнія или нѣтъ, но мы должны будемъ допустить, что параллельно съ возрастающимъ нашимъ пониманіемъ внутренней дѣятельности природы вообще, должно, конечно, усовершенствоваться и наше пониманіе тѣхъ явленій, которыя совершались во времена, отъ насъ отдаленныя. При прежнемъ состояніи человѣческихъ познаній, когда масса явленій еще считалась непонятною, на солнечное затменіе, на землетрясенія, наводненія, на появленіе кометы, какъ равно и на многія другія проявленія жизни природы, которыя лишь впослѣдствіи были включены въ сферу естественныхъ явленій, смотрѣли какъ на чудеса. Такое же непониманіе замѣчалось и по отношенію къ различнымъ проявленіямъ духовной жизни, и многія изъ нихъ приписывались вліянію нечистой силы, вліянію духовъ, вѣдьмъ и другихъ безтѣлесныхъ и сверхъестественныхъ силъ. Мало-по-малу многія загадки изъ области какъ физическихъ такъ и духовныхъ явленій были разгаданы; вмѣсто того, чтобы объяснять ихъ вмѣшательствомъ сверхъестественныхъ и не связанныхъ ни съ какими опредѣленными правилами причинъ, ихъ признали связанными съ прочными неизмѣнными законами. Наконецъ, изслѣдователь приходитъ къ убѣжденію, что дѣйствующія причины остаются всегда неизмѣнными. Руководимый вѣрою въ справедливость этого основного положенія, онъ провѣряетъ достовѣрность всякихъ извѣстій, которыя ему приходится получить относительно прошедшихъ временъ, и въ нѣкоторыхъ случаяхъ отбрасываетъ украшенные различными фантастическими вымыслами разсказы изъ прежнихъ эпохъ, если они не вяжутся съ опытомъ, пріобрѣтеннымъ въ болѣе просвѣщенныя времена.

Такъ какъ вѣра въ перевороты, совершавшіеся въ прежнія времена, въ теченіе весьма долгихъ годовъ была общепринятою, то каждое обстоятельство, вліявшее въ этомъ смыслѣ на умъ и дававшее ложное направленіе мнѣніямъ, должно быть предметомъ нашего особеннаго вниманія. Для первыхъ дѣятелей въ области геологіи было невозможно придти къ правильнымъ заключеніямъ до тѣхъ поръ, пока у нихъ господствовало ложное мнѣніе о древности міра и о первомъ сотвореніи живыхъ существъ. Какими бы фантастическими ни казались намъ нѣкоторыя воззрѣнія шестнадцатаго вѣка, но мы должны быть убѣждены, что если бы тѣ же воззрѣнія и предразсудки существовали теперь, то они повлекли бы за собою точно также цѣлый рядъ ошибочныхъ выводовъ. Представимъ себѣ, напримѣръ, что Шампольонъ и другіе ученые, занимающіеся изслѣдованіемъ египетскихъ древностей, пріѣхали бы въ Египетъ съ твердымъ убѣжденіемъ, что берега Нила ранѣе девятнадцатаго вѣка не были заселены людьми. Къ какимъ бы страннымъ заключеніямъ эти ученые должны были придти, если бы, оставаясь подъ вліяніемъ такого воззрѣнія, имѣли передъ своими глазами открытые въ Египтѣ памятники? Видъ пирамидъ, обелисковъ, колоссальныхъ статуй и развалинъ храмовъ до такой степени поразилъ бы ихъ, что они были бы совершенно не въ силахъ составить себѣ обо всемъ этомъ какое-либо разумное представленіе. Въ первый моментъ они были бы склонны приписать возведеніе этихъ поразительныхъ построекъ сверхъестественнымъ силамъ, дѣйствовавшимъ въ древнѣйшія времена.

Но на этомъ примѣрѣ мы только ознакомились съ однимъ изъ предубѣжденій, съ которыми приходилось бороться прежнимъ геологамъ. Даже если они и допускали, что Земля была заселена живыми существами въ гораздо болѣе раннія эпохи, нежели это допускалось прежде, то все же они не могли себѣ представить, что протекшее время такъ безконечно велико въ сравненіи съ этой, охватываемой исторіей. Если бы мы были въ состояніи окинуть однимъ взглядомъ всѣ вулканы, образовавшіеся въ Исландіи, Сициліи, Италіи и въ другихъ частяхъ Европы въ продолженіе послѣднихъ 5 000 лѣтъ, если бы мы могли увидѣть всю вытекшую за это время лаву, обозрѣть перемѣщенія, опусканія и поднятія, происшедшія вслѣдствіе землетрясеній, вновь создавшіеся материки и материки, поглощенные морскими волнами, и если бы представили себѣ, что всѣ эти измѣненія произошли въ теченіе одного только года, то у насъ явились бы совершенно иныя представленія о дѣятельности силъ природы, и мы должны были все это объяснить катастрофами, и если бы что-либо подобное произошло въ теченіе слѣдующаго года, то, конечно, мы стали бы говорить о послѣдовавшемъ переворотѣ. Если, поэтому, геологи неправильно понимали признаки цѣлаго ряда явленій и говорили о столѣтіяхъ тамъ, гдѣ слѣдовало говорить о тысячелѣтіяхъ, а о тысячелѣтіяхъ тамъ, гдѣ языкъ природы указываетъ на милліоны лѣтъ, то они не могли, оставаясь логичными и исходя изъ такихъ ложныхъ допущеній, придти ни къ какому иному заключенію, какъ—что жизнь Земли слагалась сопровождаемая переворотами. Мы были бы совершенно правы, приписывая сверхъестественнымъ силамъ постройку могучихъ египетскихъ пирамидъ, если бы въ насъ жило убѣжденіе, что эти пирамиды создались въ теченіе одного дня. Точно также, если бы стали считать, что горная цѣпь образовалась въ теченіе малой части того времени, въ теченіе котораго она въ дѣйствительности поднималась, то мы были бы въ правѣ допустить, что подземная дѣятельность была когда-то гораздо болѣе энергичною, нежели въ настоящее время. Мы знаемъ, что землетрясеніе подняло берега Чили на протяженіи ста миль, приблизительно, на пять футовъ. Двѣ тысячи подобныхъ же сильныхъ подземныхъ толчковъ могли бы поднять горную цѣпь въ сто миль длины на высоту десяти тысячъ футовъ. И если бы въ теченіе каждаго столѣтія наблюдался одинъ только такой толчокъ, то это отвѣчало бы тому дѣйствительному порядку вещей, который, извѣстенъ относительно культуры Чили уже съ древнѣйшихъ временъ. Но если бы всѣ эти подземные удары произошли въ теченіе одного столѣтія, то вся страна лишилась бы своего населенія,—едва ли хоть одно животное или растеніе бы могло остаться въ живыхъ, и поверхность страны представила бы груду развалинъ и другихъ признаковъ разрушенія.

Всѣ до сихъ поръ указанныя ложныя мнѣнія могутъ въ большинствѣ случаевъ быть объяснены слабымъ развитіемъ науки. Но есть другіе предразсудки, которые вмѣстѣ съ старыми геологами раздѣляемъ и мы,—предразсудки, которые укрѣпляютъ въ насъ вѣру, будто теченіе явленій природы въ прежнія эпохи было весьма отлично отъ современнаго ихъ теченія.

Первое и наибольшее затрудненіе заключается въ томъ, что мы обыкновенно не можемъ себѣ представить того невыгоднаго положенія, въ которомъ находимся, когда намъ приходится измѣрять величину происходящихъ въ наше время перемѣнъ. Мы населяемъ, приблизительно, четвертую часть земной поверхности, а эта часть является почти исключительно ареною разрушенія, а не созиданія. Мы знаемъ, что въ моряхъ и водахъ ежегодно происходятъ новыя отложенія и что ежегодно новыя массы горъ зарождаются въ огненно-жидкой глуби Земли; но прослѣдить ходъ этихъ явленій мы не въ состояніи. И такъ какъ обо всемъ этомъ мы знаемъ только путемъ размышленія, то для опредѣленія истиннаго значенія всѣхъ этихъ перемѣнъ необходимо обладать большимъ остроуміемъ и воображеніемъ. Поэтому, нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что оцѣнка роли тѣхъ явленій, которыхъ мы наблюдать не можемъ, не можетъ быть вполнѣ совершенною. Если же подобные результаты прежней дѣятельности вдругъ открываются сразу нашему взору, то мы не усматриваемъ никакого сходства между ними и тѣмъ, что совершается въ настоящее время. Геологъ находится въ данномъ случаѣ въ такомъ же положеніи, въ какомъ находился бы человѣкъ, видящій, какъ выламываются камни и какъ они перевозятся въ отдаленную гавань, и старающійся затѣмъ сообразить, какимъ образомъ изъ этихъ камней создается зданіе. И въ самомъ дѣлѣ, въ то время, какъ геологъ долженъ по необходимости ограничивать свои наблюденія сушею и можетъ слѣдить лишь за тѣмъ, какъ постепенно уменьшаются горы и какъ онѣ относятся въ море, тѣ наслоенія, которыя природа производитъ на днѣ водъ, ему приходится рисовать себѣ въ воображеніи.

Не менѣе невыгодно положеніе геолога по отношенію къ вопросамъ о вулканическихъ изверженіяхъ въ томъ случаѣ, когда онъ старается понять, какія измѣненія производитъ поднимающійся столбъ лавы въ тѣхъ слояхъ, сквозь которые онъ пробивается, или какой видъ можетъ принять расплавленная масса, остывая, въ глубинѣ Земли далѣе; ему также трудно опредѣлить, какъ далеко распространяются подземные потоки и русла жидкой матеріи и какъ они глубоко лежатъ подъ поверхностью Земли.

Болѣе нежели двѣсти лѣтъ тому назадъ пласты Субапеннинскихъ горъ, содержащія въ себѣ раковины, побудили старѣйшихъ итальянскихъ геологовъ къ разнаго рода предположеніямъ, и, между тѣмъ, немногіе изъ этихъ ученыхъ имѣли хотя бы малѣйшее представленіе о томъ, что подобныя же, богатыя раковинами, отложенія продолжаютъ образовываться въ близъ лежащихъ моряхъ и по сіе время. Нѣкоторые изъ геологовъ вмѣсто того, чтобы обратиться къ естественнымъ причинамъ этихъ явленій, стали допускать, что столь богатые органическими остатками слои были въ самомъ началѣ сотворенія міра созданы однимъ словомъ Всевышняго «Да будетъ»; другіе, напротивъ, приписывали появленіе въ слояхъ ископаемыхъ особой творческой силѣ, которую въ прежнія эпохи имѣла своимъ мѣстопребываніемъ нѣдра Земли. Наконецъ, Донати изслѣдовалъ дно Адріатическаго моря и нашелъ самое широкое сходство между новыми отложеніями, тамъ образовавшимися, и тѣми, которыя образуютъ въ различныхъ частяхъ Апеннинскаго полуострова холмистыя пространства, возвышающіяся болѣе, нежели на 1.000 футовъ надъ уровнемъ моря.

Теперь мы приведемъ, вкратцѣ, различныя, прежде считавшіяся непреодолимыми, затрудненія, которыя въ теченіе послѣднихъ сорока лѣтъ, благодаря успѣхамъ науки, были или отчасти, или вполнѣ устранены.

Эти затрудненія, во-первыхъ, заключались въ ученіи объ однородности прежнихъ и современныхъ явленій природы, связанномъ съ необходимостью допустить безконечно длинные періоды для объясненія образованія осадочныхъ напластованій при помощи причинъ, продолжающихъ и по сіе время дѣятельность. Беспристрастнымъ умамъ должно быть всегда очевиднымъ, что ряды пластовъ, содержащихъ правильно расположенныя залежи раковинъ и кораллловъ, могли образовываться въ теченіе огромныхъ періодовъ времени постепеннымъ наростаніемъ. Но до тѣхъ поръ, пока органическіе остатки не были точно изслѣдованы и пока ихъ виды не были опредѣлены, едва ли было возможно доказать, что рядъ отложеній, найденныхъ въ одной странѣ, образовался неодновременно съ подобными же отложеніями, найденными въ другой странѣ. Въ настоящее время мы уже имѣемъ возможность во многихъ, по крайней мѣрѣ, случаяхъ опредѣлять относительную древность осадочныхъ напластованій въ странахъ, далеко другъ отъ друга находящихся, и на основаніи заключенныхъ въ нихъ окаменѣлостей доказать, что они — слои не одновременнаго происхожденія, а образовались одинъ послѣ другого. Мы часто находимъ, что если въ какомъ-нибудь мѣстѣ наблюдается перерывъ между одной фауной ископаемыхъ видовъ и другой, то этотъ перерывъ пополняется въ какомъ-либо иномъ мѣстѣ и заполняется другими, не менѣе важными напластованіями. Геологъ, который въ своихъ наблюденіяхъ ограничился Англіей, привыкаетъ считать верхнія, болѣе молодыя группы морскихъ отложеній нашего острова новѣйшими. Правда, что о нихъ говорится только относительно.

Но если бы онъ объѣхалъ Апеннинскій полуостровъ и Сицилію, увидѣлъ бы тамъ еще болѣе молодыя геологическія напластованія въ нѣсколько тысячъ футовъ высотою и изучилъ бы цѣлый рядъ вулканическихъ измѣненій болѣе поздняго происхожденія, чѣмъ любой изъ этихъ правильныхъ слоевъ, которые, главнымъ образомъ, принимаютъ участіе въ геологическомъ строеніи Великобританіи, то послѣ этого онъ получилъ бы совершенно иное представленіе о возрастѣ этихъ болѣе новыхъ отложеній, чѣмъ то, которое онъ составилъ раньше при изученіи древнихъ геологическихъ слоевъ Англіи.

Болѣе близкое изслѣдованіе потухшихъ вулкановъ показываетъ, что они проявляли свою дѣятельность въ различныя эпохи. Часто изверженіе одной какой-нибудь группы вулкановъ прекращалось задолго передъ тѣмъ, какъ другая группа приходила въ дѣйствіе. Одни дѣйствовали въ періодъ существованія извѣстнаго ряда организмовъ, изверженіе же другихъ начиналось, когда на земной поверхности появились уже совсѣмъ другія растенія и животныя. Поэтому необходимо допустить, что совершающіеся въ глубинѣ Земли процессы вызываютъ колебанія земной коры и составляютъ особую группу вулканическихъ явленій, которыя также происходятъ послѣдовательно, одно за другимъ. Ихъ совокупное дѣйствіе можетъ быть также представлено въ видѣ суммы отдѣльныхъ дѣйствій, требующей болѣе продолжительнаго періода времени. Дѣйствительно, при тщательномъ изслѣдованіи продуктовъ вулканической дѣятельности, напр. потоковъ лавы, образовавшихся подъ водой или на сушѣ, мы находимъ, что часто ихъ образованіе прерывалось большими промежутками времени, и что результаты отдѣльныхъ изверженій были не больше тѣхъ, которые намъ случается наблюдать и нынѣ во время вулканическихъ изверженій.

Необходимо, поэтому, разсматривать землетрясенія, происходившія одновременно или одно послѣ другого, какъ звенья въ послѣдовательномъ рядѣ явленій, раздѣленныхъ болѣе или менѣе продолжительными періодами, и не нужно думать, что по силѣ своего дѣйствія они превосходили современныя намъ обыкновенныя землетрясенія. На томъ же основаніи мы считаемъ неосновательнымъ ученіе о внезапныхъ поднятіяхъ континента. Пришлось допустить, вопреки аналогіи, что въ прежнія эпохи природа скупилась временемъ и взамѣнъ того развивала чудодѣйственную бурность силъ, что ея разрушительные элементы не сдерживались никакою уздой, но распространяли внезапно смерть и опустошеніе по всей, или, по крайней мѣрѣ, значительной части земной поверхности.

Уже одинъ фактъ существованія огромныхъ прѣсноводныхъ озеръ, такихъ, напр., какъ сѣверо-американскія, изъ которыхъ самое большое расположено на высотѣ болѣе чѣмъ въ 600 футовъ и мѣстами достигаетъ 1200 футовъ глубины,—одинъ этотъ фактъ способенъ убѣдить насъ, что когда-то, хотя и очень давно, значительная часть американскаго континента была затоплена. Для того, чтобы воды, заключенныя въ замкнутыхъ бассейнахъ, залили окружающую мѣстность, нѣтъ нужды въ какой-нибудь невѣдомой силѣ. Измѣненіе уровня воды, появленіе трещинъ, обычныхъ спутниковъ всѣхъ землетрясеній, извѣстныхъ намъ съ начала нынѣшняго столѣтія, выдалбливаніе рѣчного ложа, наблюдающееся, напримѣръ, при постепенномъ вѣковомъ отступленіи Ніагарскаго водопада—все это въ состояніи устранить переграды, сдерживающія воды въ данномъ бассейнѣ. Поэтому, хотя мы и не можемъ утверждать, что въ теченіе послѣднихъ трехъ тысячелѣтій произошло наводненіе какого-нибудь большого континента, но имѣемъ основанія допустить въ будущемъ возможность подобныхъ катастрофъ и должны разсматривать ихъ, какъ явленія, входящія въ кругъ обычнаго естественнаго порядка, и принимать ихъ въ соображеніе при изслѣдованіи прошлыхъ эпохъ; но мы отнюдь не можемъ допустить, что они тогда происходили чаще и имѣли болѣе обширный кругъ дѣйствія.

Огромная разница въ наружномъ видѣ, въ строеніи, составѣ и нарушеніи пластовъ въ древнихъ и новыхъ горныхъ породахъ служила однимъ изъ самыхъ вѣскихъ аргументовъ въ пользу того положенія, что существованіе древнихъ горныхъ породъ обязано причинамъ, совершенно отличнымъ отъ нынѣ дѣйствующихъ. Но съ тѣхъ поръ, какъ доказана огромная разница въ возрастѣ этихъ образованій, это различіе стало вполнѣ объяснимымъ—оно является слѣдствіемъ позднѣйшихъ измѣненій. Какъ бы ни были незначительны, почти незамѣтны происходящія превращенія, они должны суммируясь въ теченіе неизмѣримыхъ періодовъ времени, достигнуть значительной величины. Агентами этихъ превращеній, кромѣ вулканическаго огня, нужно признать: механическое давленіе, химическое сродство, проникание въ горныя породы минеральныхъ растворовъ и газовъ, а также, можетъ быть, дѣятельность другихъ, менѣе изученныхъ силъ, каковы, напр., электричество и магнетизмъ.

Что касается до поднятій, пониженій, изломовъ и искривленій горныхъ массъ, то очевидно, что землетрясенія не могли вывести древніе слои изъ ихъ первоначальнаго положенія безъ того, чтобы не были затронуты и лежащія подъ этими слоями каменныя массы. Различная степень въ нарушеніи напластованій древнихъ и новѣйшихъ геологическихъ образованій является поэтому однимъ изъ многихъ доказательствъ того, что колебанія земной коры происходили въ различныя эпохи и скорѣе говоритъ въ пользу равномѣрнаго дѣйствія вулканическихъ силъ, чѣмъ большей бурности ихъ въ прежнія времена.

Въ общей великой исторіи землеобразованія нѣтъ ни внезапныхъ катастрофъ, ни перерывовъ. Непрерывно и постепенно въ теченіе неисчислимыхъ временъ охлаждалась и сокращалась въ объемѣ туманность, давшая начало Землѣ. Наступило время, когда сдѣлалось возможнымъ образованіе оболочки или земной коры,—образованіе столь же медленное и постепенное, какъ и все землеобразованіе вообще. Эти тектоническіе (землеобразовательные) процессы продолжаются и поднесь. Все болѣе и болѣе охлаждается и сокращается въ объемѣ наша планета. Внѣшняя ея оболочка, кожа, т. е. земная кора, дѣлается слишкомъ просторной для ея тѣла. Но извѣстно, что верхніе слои земной поверхности уже давно достигли постоянной температуры,—они не настолько эластичны, чтобы могли равномѣрно сжаться соотвѣтственно съ внутренними слоями. Приспособляясь къ непрерывному уменьшенію общаго объема планеты, земная кора «морщится», другими словами,—въ ней постоянно наблюдаются горизонтальныя и вертикальныя смѣщенія (дислокаціи) напластованій, образующія такъ называемыя *складки* и *сбросы*. Горизонтальное стяженіе, или сдвиги земной коры производятъ въ ней такъ или иначе расположенныя складки, и этой складчатостью объясняется происхожденіе всѣхъ главнѣйшихъ горныхъ хребтовъ на Землѣ. Къ подобнымъ складчатымъ (пликативнымъ) горамъ принадлежатъ, напр., Альпы, Кавказъ, Уралъ, Анды, Гиндукушъ, Тянь-Шань, Гималаи, Куэнь-Лунь, Атласъ и др. Вертикальныя перемѣщенія земной коры, сбросы, также дали начало нѣкоторымъ горнымъ хребтамъ и большинству массивныхъ плоскогорій. Въ иныхъ мѣстахъ земной поверхности наблюдается сочетаніе складчатости и сбросовъ вмѣстѣ.

Такимъ образомъ,—образованіе высокихъ горъ и плоскогорій по этой теоріи приходится приписать осѣданію и пониженію земной коры, происходящимъ отъ сжатія Земли, какъ ни странно, быть можетъ, звучитъ сопоставленіе словъ «пониженіе» и «гора». Но всякія перемѣщенія отдѣльныхъ частей земной коры должны неизбѣжно сопровождаться большимъ или меньшимъ сотрясеніемъ земной поверхности. Отсюда слѣдуетъ, что такъ называемыя землетрясенія или, вообще, *сейсмическія* явленія стоятъ въ непосредственной и тѣсной связи съ горизонтальными и вертикальными сдвигами земной коры.

Величайшіе тектоническіе (землеобразовательные) процессы, какъ-то: крупныя дислокаціи и горообразованія, происходятъ, какъ уже было упомянуто, медленно и незамѣтно въ теченіе огромныхъ геологическихъ эпохъ. Есть, однако, и такіе тектоническіе процессы, которые проявляютъ значительную напряженность и въ настоящее время, такъ что невольно обращаютъ на себя всеобщее вниманіе и притомъ доступны при своихъ проявленіяхъ непосредственному наблюденію и изслѣдованію. Это—вулканическія и сейсмическія явленія.

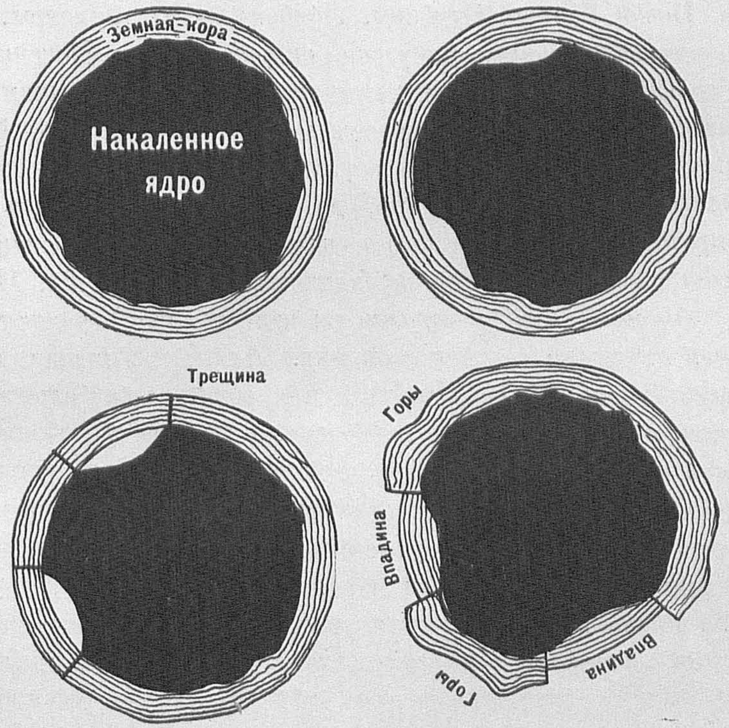


Рис. 280. Схематическій чертежъ, поясняющій одну изъ теорій горообразованія. 1) На поверхности земли образуется твердая пленка (кора), плотно облегающая внутреннее накаленное ядро (какого состава—въ данномъ случаѣ безразлично.—Ср. рис. 278); 2) Ядро охлаждается и сжимается, подъ корой образуются пустоты; 3) въ корѣ образуются трещины; 4) кора прогибается, продавливается и съеживается; образуются впадины и складки-горы.

Огнедышущія горы, или, вулканы, принадлежатъ къ ряду иного рода горъ, чѣмъ описанныя выше. Еще не такъ давно многіе ученые были склонны смотрѣть на вулканы, какъ на гигантскія трубы, проходящія сквозь твердую земную кору и сообщающіяся съ огненной массой въ центрѣ Земли. Но все болѣе и болѣе накоплявшіяся изслѣдованія показали, что вулканы обязаны своимъ происхожденіемъ болѣе поверхностнымъ и мѣстнымъ причинамъ.

Прежде всего необходимо отмѣтить, что вулканы почти всегда бываютъ расположены на морскомъ берегу, или близко отъ него. Внутри материковъ они отсутствуютъ. Количество дѣйствующихъ вулкановъ въ американскихъ Андахъ, по сравненію съ ихъ совершеннымъ отсутствіемъ въ Альпахъ, въ Уральскихъ горахъ, въ Гималаяхъ и горныхъ цѣпяхъ Центральной Азіи, является очень знаменательнымъ и доказательнымъ явленіемъ. Тихій Океанъ весь окруженъ огненнымъ кольцомъ. Начинаясь въ Новой Зеландіи, гдѣ имѣются вулканы Тангариро, Вакаи и др., кругъ этотъ проходитъ черезъ острова Фиджи, Соломона, Новой Гвинеи, Сумбавы, Ломбока, Явы, Суматры, Филиппинскіе острова, Японію, Алеутскіе острова, вдоль Мексики, Перу и Чили къ Тіерра дель-Фузіо и заканчивается двумя большими вулканами Эребусъ и Терроръ на южномъ полярномъ материкѣ—Викторіи.

Сжатіе земной поверхности и образованіе складокъ и возвышенностей, являющееся слѣдствіемъ его, до сихъ поръ еще, какъ мы уже знаемъ, продолжается. Сжатіе это развиваетъ большое количество теплоты, составляющее причину вулканическихъ изверженій. Не нужно забывать, что *настоящими горами* на земномъ шарѣ являются наши пять частей свѣта; по сравненію съ ними Анды и Гималаи являются ничтожными морщинками. Понятно, что области наибольшаго жара должны находиться въ мѣстѣ наибольшаго тренія—у подошвы этихъ громадныхъ горъ, т. е. вдоль береговой линіи, а не въ центрѣ материковъ, которые уже находятся, сравнительно, въ спокойномъ состояніи. Такимъ образомъ можно объяснить, почему вулканы обыкновенно бываютъ расположены по берегу моря.

Другая причина, заставляющая разсматривать вулканы, какъ явленія мѣстныя, заключается въ томъ, что многіе изъ нихъ, даже расположенные близко одинъ отъ другого, дѣйствуютъ совершенно независимо другъ отъ друга. Таковы, напр., вулканы Килоеа и Мауна-Лоа, оба находящіеся на маленькомъ островкѣ Гаваи (Сандвичевы острова).

Наконецъ, если бы вулканическая дѣятельность была въ связи съ воображаемымъ сплошнымъ огненнымъ моремъ внутри Земли, то изверженія вулкановъ должны были бы подчиняться тѣмъ же законамъ, которые управляютъ морскими приливами и отливами, о которыхъ дальше будетъ особая рѣчь. Но этого не наблюдается. Наоборотъ, изслѣдованія убѣждаютъ въ тѣсной связи вулкановъ съ изломами и дислокаціями земной коры, а самые вулканы, какъ оказывается, образуются постепеннымъ *накопленіемъ* продуктовъ изверженія изъ нѣдръ Земли, а не представляютъ собой результатъ «поднятія» земной коры въ извѣстномъ мѣстѣ, какъ это думали прежде.

Въ настоящее время насчитываютъ 709 вулкановъ на Землѣ. Изъ

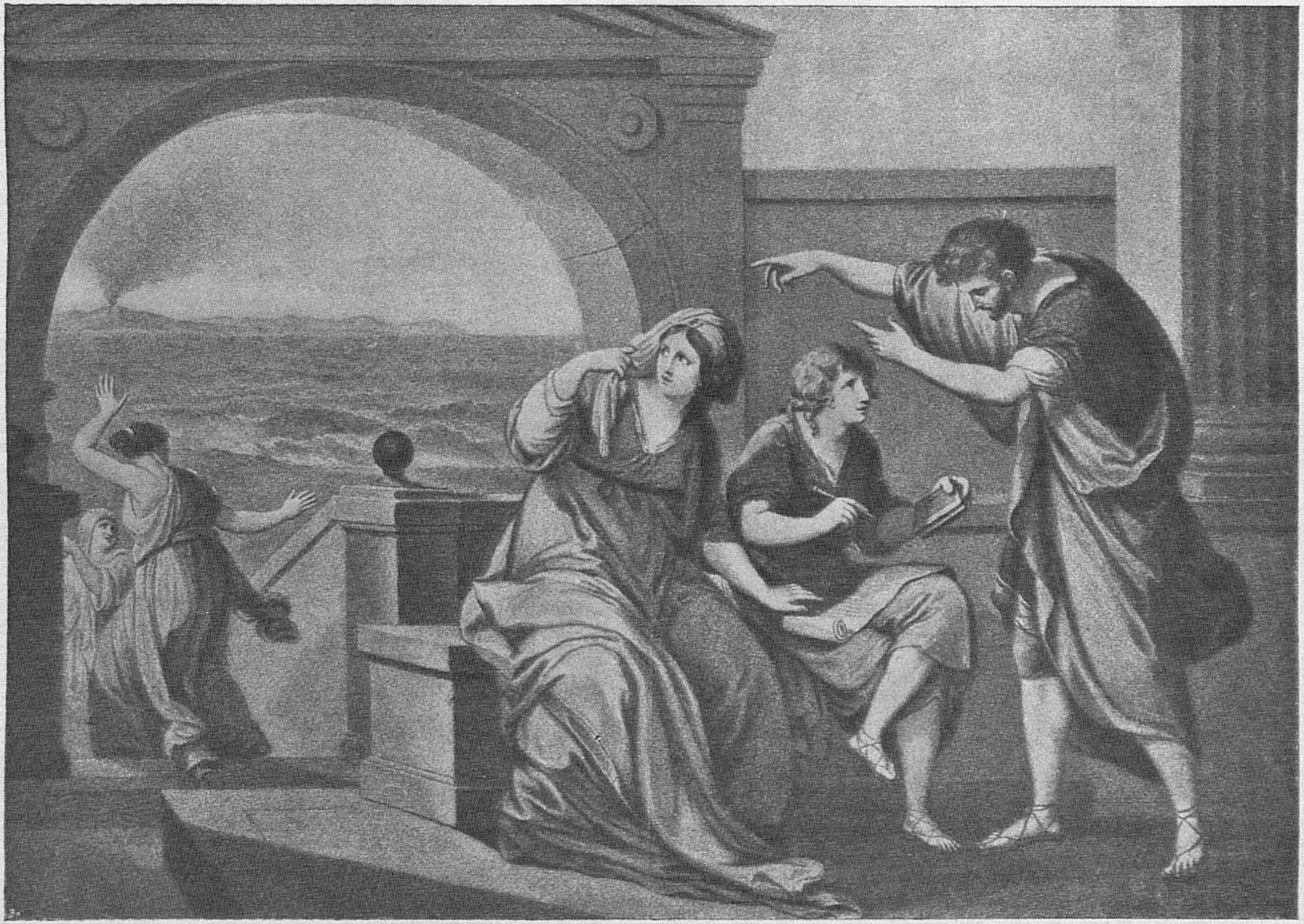


Рис. 281. Плиній записываетъ наблюденія изверженія Везувія въ 79 году послѣ Р. Х.
(По картинѣ Анжелики Кауфманнъ).

нихъ 321—*дѣйствующихъ*, т. е. производящихъ постоянныя или періодическія изверженія. Остальные вулканы считаются *потухшими*, такъ какъ въ исторіи не сохранилось памяти объ ихъ изверженіяхъ.

Впрочемъ, дѣленіе вулкановъ на дѣйствующіе и потухшіе условно. Ни за одинъ изъ потухшихъ вулкановъ нельзя ручаться, что онъ «потухъ» навсегда. Классическимъ примѣромъ возобновленія дѣятельности уже «потухшаго» вулкана служитъ Везувій, самый большой вулканъ на материкѣ Европы. Во все продолженіе древней исторіи Рима до 79 года по Р. Х. онъ считался обыкновенной горой. Роскошная растительность на склонахъ скрывала его вулканическую природу. У подножія горы раскинулись цвѣтущіе города, деревни и богатыя виллы. Въ самомъ кратерѣ вулкана, какъ извѣстно изъ исторіи, скрывался бѣглый гладіаторъ Спартакъ съ товарищами и отсюда началъ свою знаменитую борьбу съ Римомъ. И вотъ въ 79 году навѣки, казалось, потухшій вулканъ пробудился. Послѣдовало грандіозное изверженіе, описанное между прочимъ Плиніемъ, который самъ сталъ жертвой своей любознательности. Окружающіе вулканъ города и поселки были частью разрушены, частью засыпаны и занесены продуктами изверженія. Такъ, были засыпаны 3 города Геркуланумъ, Помпея и Стабія, отрытые изъ-подъ пепла только въ прошломъ столѣтіи и давшіе въ руки археологовъ и историковъ неоцѣнимый матерьялъ для сужденія о древней греко-римской жизни. Массы газовъ, вырвавшіяся во время этого изверженія изъ глубины Земли, обладали такой страшной силой, что сдвинули большую часть стараго вулканическаго конуса, остатокъ котораго теперь называется Соммою. Съ тѣхъ поръ и по настоящее время Везувій дѣйствуетъ почти непрерывно и далъ уже 32 сильныхъ изверженія, не считая болѣе слабыхъ. Существуетъ не мало и другихъ вулкановъ, считавшихся потухшими и внезапно обнаружившихъ грозную дѣятельность.

По всеобщему признанію, картины вулканическихъ изверженій необыкновенно величественны и грозны. Но во всей извѣстной человѣчеству исторіи Земли нѣтъ до сихъ поръ сообщенія о болѣе грандіозномъ и поразительномъ явленіи, какъ изверженіе вулкана на маленькомъ островкѣ Индійскаго архипелага Кракатоа. Изверженіе это произошло въ 1883 г. Приводимъ нѣкоторыя подробности о немъ для характеристики подобнаго рода явленій.

До 1883 года Кракатоа считался потухшимъ вулканомъ. Весной же этого года онъ началъ обнаруживать нѣкоторые признаки дѣятельности. Жители сосѣднихъ острововъ, Суматры и Явы, не подозрѣвали того ужаса, который тамъ готовился, а нѣкоторые обитатели города Батавіи (150 верстъ отъ острова Кракатоа) наняли даже пароходъ и отправились на островъ наблюдать пробудившагося отъ сна огнедышущаго великана. Лѣтомъ этого же года подземный гулъ у Кракатоа становился все сильнѣе и сильнѣе, и его можно было различать на 15 верстъ въ окружности, а затѣмъ и на разстояніи 30 верстъ. Наконецъ ужасные громовые раскаты вулкана встревожили населеніе на пространствѣ, равномъ по величинѣ большому острову,—Великобританіи, напримѣръ. Съ каждымъ сотрясеніемъ множество тонкой пыли выбрасывалось въ облака. Вѣтеръ не успѣвалъ относить ее; и въ воздухѣ надъ сосѣдними морями и островами нависъ тяжелый, черный, зловѣщій покровъ. На 150 верстъ въ окружности въ полдень было темно какъ ночью.

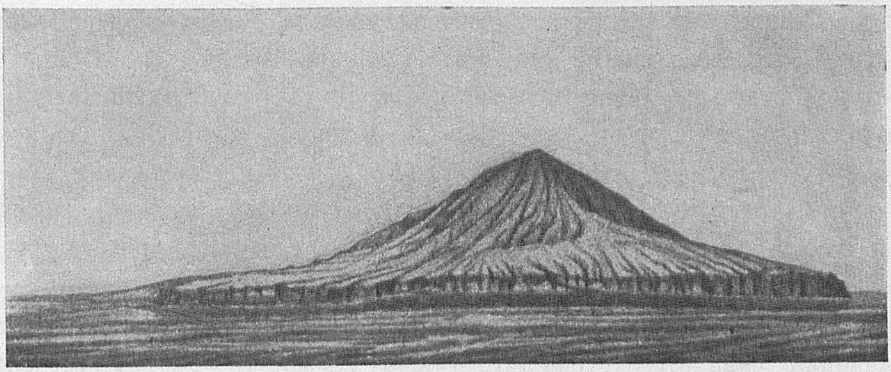


Рис. 282. Вулканъ Кракатоа до катастрофы 1883 г.

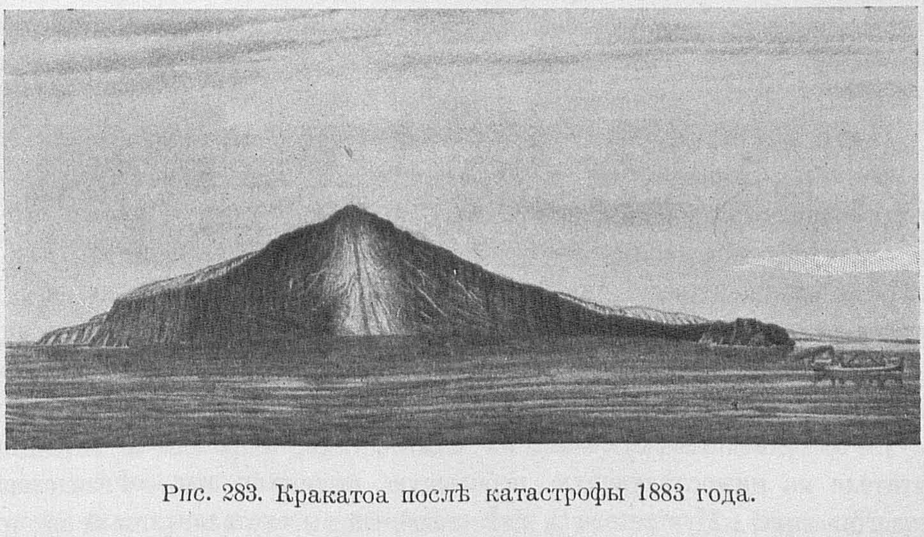


Рис. 283. Кракатоа послѣ катастрофы 1883 года.

Затѣмъ пришло начало ужасной трагедіи. Море хлынуло на берега сосѣднихъ острововъ Суматры и Явы, и многимъ тысячамъ несчастныхъ прибережныхъ обитателей не суждено было болѣе увидѣть ясное Солнце.

Но сила изверженія все росла и росла. Въ августѣ Кракатоа сталъ еще бурнѣе. 26 августа чернота облаковъ пыли стала еще гуще, мрачные вспышки вулкана по временамъ освѣщали ее кроваво-багровымъ свѣтомъ. Громы и раскаты готовы были дойти до высшей мѣры. Въ городѣ Батавіи, за 150 верстъ, жители провели безсонную ночь. Дома тряслись отъ подземныхъ ударовъ, окна дребезжали. Въ 10 часовъ 27-го августа наступила развязка: послѣ двухъ-трехъ оглушительныхъ вступительныхъ взрывовъ послѣдовало страшное сотрясеніе, *оторвавшее прочь огромный кусокъ острова Кракатоа и развѣявшее его по вѣтру!* Сотрясеніе это произвело самый страшный грохотъ, который когда-либо слышали на земномъ шарѣ. Отголоски этого грохота черезъ 4 часа были слышны по другую сторону Индійскаго океана за 4 500 верстъ... Этому есть достовѣрные свидѣтели!.. Такова была необычайная сила этого страшнаго удара. Дрогнула вся земная атмосфера; и воздушныя волны три раза въ теченіе 36 часовъ обошли весь земной шаръ. Это записано самопишущими барометрами. На *высоту до 30 верстъ* (и даже выше) бросилъ Кракатоа въ атмосферу облака своей пыли, и это, кстати сказать, дало возможность получить нѣкоторое представленіе о воздушныхъ теченіяхъ, господствующихъ на такихъ недоступныхъ высотахъ. Облака этой поднявшейся въ верхніе слои атмосферы пыли въ 13 дней окутали всю Землю и дали цѣлый рядъ прекрасныхъ и странныхъ явленій на небѣ, память о которыхъ сохранилась до нашихъ дней. Сначала описанія этихъ явленій получались изъ тропическихъ странъ. Наблюдатели, заслуживающіе полнаго довѣрія, сообщали, что Солнце казалось голубымъ, что возлѣ него образовались удивительно красивые круги. Съ изумленіемъ иногда разсматривали Луну, окрашенную въ ярко-зеленый цвѣтъ.

Поздней осенью 1883 года необычайно красивые солнечные закаты начали обнаруживаться и въ Европѣ. Печать того времени даетъ о нихъ подробныя свѣдѣнія. Нѣтъ сомнѣнія, что всѣ эти чудесныя явленія были обязаны своимъ происхожденіемъ пыли, выброшенной Кракатоа и окутавшей весь земной шаръ. Только черезъ два года послѣ взрыва осѣли на Землю всѣ эти облака пыли. Таково было это величественное изверженіе,—этотъ, съ другой стороны, «простой» *сбросъ*, говоря геологическимъ языкомъ.

Не останавливаясь болѣе на частностяхъ, обращаемъ вниманіе читателя на нижеслѣдующую небольшую выдержку изъ «Физической геологіи» проф. Мушкетова[1]), гдѣ покойный высокоталантливый авторъ пытается изобразить общую картину процесса изверженія и формированія вулкана *вообще*.

---

[1]) Томъ I-й, второе изданіе. Стр. 410—413.

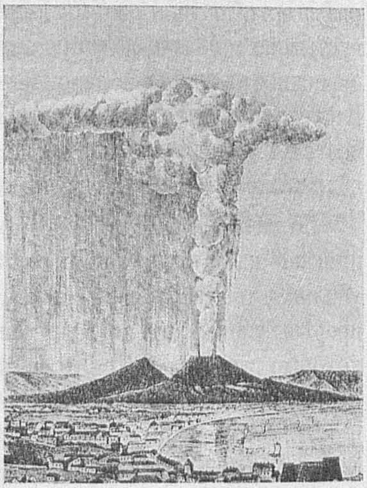


Рис. 284. Изверженіе Везувія въ 1822 г. (Пиніеобразный столбъ).

По рисунку Пулетта Скропа.

Вулканическія изверженія происходятъ не только въ готовыхъ вулканахъ, но иногда изъ трещинъ на днѣ моря или на совершенно ровной мѣстности суши и даже среди культивированныхъ полей; разъ они продолжаются долгое время, то въ результатѣ всегда образуется конусообразная гора съ кратеромъ на вершинѣ. Всякое изверженіе доставляетъ расплавленныя массы, проникнутыя газами и парами. Какова бы ни была первоначальная трещина, выходъ газовъ и паровъ сосредоточивается въ нѣсколькихъ опредѣленныхъ пунктахъ ея или, что чаще, въ какомъ-либо одномъ, который и является центромъ изверженія. Газы и пары выдѣляются изъ лавы совершенно такъ же, какъ при остываніи изъ расплавленнаго серебра, свинца и пр.; первыя массы газовъ и паровъ, достигнувъ поверхности лавы, вырываются въ видѣ лопающихся пузырей; выходъ ихъ, уменьшая давленіе для нижележащихъ массъ, заставляетъ ихъ стремиться по тому же направленію; газообразные продукты увлекаютъ за собой жидкіе и расплавленные, и, такимъ образомъ, образуется главный центръ изверженія, который, быстро возрастая, превращается впослѣдствіи въ кратеръ вулкана. Газы и пары выдѣляются съ большою силою изверженія, захватываютъ съ собою огромное количество твердыхъ частицъ изъ лавы и основныхъ породъ, черезъ которыя происходитъ изверженіе, и образуютъ темный дымовой столбъ, быстро воздымающійся кверху и тѣмъ выше, чѣмъ сильнѣе изверженіе. На нѣкоторой высотѣ верхушка его медленно разстилается въ видѣ обширнаго чернаго облака, которое часто превращаетъ день въ темную ночь. Столбъ этотъ напоминаетъ по формѣ итальянскую сосну — пинію, почему его и называютъ *пиніеобразнымъ столбомъ*; днемъ онъ черный отъ примѣси измельченныхъ кусочковъ лавы, но ночью, вслѣдствіе отраженія отъ расплавленной поверхности лавы, онъ кажется огненнымъ столбомъ, величественный покой котораго представляетъ замѣчательный контрастъ съ гуломъ, шипѣніемъ, ударами и конвульсивнымъ дрожаніемъ окрестностей вулкана; даже самыя сильныя бури не въ состояніи отклонить или поколебать этотъ столбъ; только яркая молнія нѣсколько нарушаетъ его однообразіе. Высота его различна и зависитъ отъ силы изверженія. На Везувіи дымовой столбъ нерѣдко достигалъ до 1000 метровъ, а иногда до 5 000 м. высоты, напр. въ 1872 г.; на Этнѣ 8 декабря 1868 г. до 2 000 м.; на Кракатоа 20 мая 1883 г. до 11 000 м., а 26 августа даже до 30 000 м., т. е. по-истинѣ исполинской высоты.

Въ то же время вокругъ центра изверженія начинаетъ падать каменный дождь изъ пепла, лапилли и бомбъ, въ воздухѣ распространяется удушливый запахъ паровъ сѣры и сѣрнистой кислоты, которые выдѣляются въ огромномъ количествѣ и отравляютъ растенія и животныхъ; птицы и насѣкомыя падаютъ мертвыми, даже рыбы погибаютъ и всплываютъ на поверхность воды. Мелкій пепелъ ниспадаетъ густыми хлопьями, дѣлаетъ атмосферу удушливой, покрываетъ толстымъ слоемъ окрестности вулкана, заполняетъ всѣ пустоты, не исключая мельчайшихъ трещинъ. Благодаря своей необыкновенной легкости, пепелъ уносится въ громадныхъ количествахъ на разстоянія нѣсколькихъ тысячъ километровъ отъ центра изверженія; вблизи же вулкана имъ засыпаются цѣлые города.

По мѣрѣ возрастанія дымового столба, землетрясенія, раскаты подземнаго грома шипѣніе выдѣляющихся паровъ, газовъ и рыхлыхъ продуктовъ все болѣе и болѣе усиливаются; въ темной массѣ столба появляются многочисленныя свѣтлыя полосы, прорѣзывающія его подобно молніи; онѣ производятся раскаленными кусками лавы, которые выбрасываются съ чрезвычайною скоростью и, описавъ дугу, съ трескомъ падаютъ на склоны горы. Это *первый* періодъ изверженія.

Второй періодъ характеризуется тѣмъ, что масса паровъ, достигнувъ верхнихъ, холодныхъ слоевъ атмосферы, сгущается и образуетъ густыя тучи, которыя разрѣшаются страшнымъ ливнемъ, сопровождаемымъ сильною грозою. По мнѣнію Пальміери, грозы представляютъ непремѣнное слѣдствіе изверженія; помимо того, что электричество развивается у центра изверженія, пары пиніеобразнаго столба обладаютъ положительнымъ, а пепелъ отрицательнымъ электричествомъ; слѣдовательно, имѣются всѣ условія, необходимыя для воспроизведенія грозы. Вслѣдствіе тренія паровъ воды о безчисленныя твердыя частицы, происходящаго одновременно во всѣхъ точкахъ атмосферы, куда проникаютъ пепелъ и пары, молнія сверкаетъ по всѣмъ направленіямъ, небо освѣщено не только отраженіемъ раскаленныхъ лавъ, но также огненными линіями, разсѣкающими облака. Безъ сомнѣнія, встрѣча двухъ противоположныхъ теченій тоже можетъ способствовать образованію грома, но всетаки, когда примѣсь пепла незначительна,—рѣдко происходитъ сильная гроза.

Раскаты грома, страшныя молніи еще болѣе увеличиваютъ и безъ того уже громадный шумъ и придаютъ изверженію хаотическій видъ, особенно когда густыя тучи опускаются внизъ и облекаютъ верхушку вулкана. Страшный ливень, смѣшиваясь съ вулканическимъ пепломъ, образуетъ громадные потоки грязи, которые, низвергаясь съ необыкновенною быстротою по склонамъ вулкана, заполняютъ окрестности его и разрушаютъ все, что имъ попадается на пути; благодаря своей легкой подвижности, эти потоки гораздо опаснѣе потоковъ лавы; высыхая, они образуютъ вулканическій туфъ.

Третій періодъ изверженія заключается въ томъ, что всѣ предыдущія явленія, постепенно усиливаясь, заканчиваются наисильнѣйшимъ взрывомъ, за которымъ слѣдуетъ изліяніе огненныхъ потоковъ лавы, завершающихъ, такъ сказать, величіе изверженія. Лава или выливается спокойно черезъ края кратера, или выходитъ изъ многочисленныхъ трещинъ на склонахъ вулкана, или же, наконецъ, выбрасывается въ видѣ исполинскаго огненнаго фонтана; напр., при изверженіи Мауна-Лоа на Сандвичевыхъ о-вахъ въ 1880 году на восточномъ склонѣ его, почти на половинѣ высоты вулкана, образовался лавовый фонтанъ въ 1000 футовъ высоты и 100 ф. въ діаметрѣ, отблескъ отъ котораго виденъ былъ за 200 миль.

Лава всегда пропитана большимъ количествомъ газовъ и водяныхъ паровъ, поэтому, какъ только она выступитъ изъ нѣдръ горы, такъ поверхность ея покрывается густымъ облакомъ выдѣляющихся паровъ и газовъ. Пока потокъ еще жидокъ, газы выдѣляются по всей его поверхности, но какъ только образуется твердая кора, то они концентрируются въ извѣстныхъ мѣстахъ, пробиваютъ кору и, если ихъ много, то на поверхности потока повторяется въ маломъ видѣ изверженіе. Газы и пары, пробивающіе кору, отрываютъ куски ея и подбрасываютъ вверхъ; обломки эти, падая внизъ, нагромождаютъ вокругъ мѣста выхода газовъ небольшіе конусы, называемые *фумароллами* или *горнитосъ*. Безчисленное множество такихъ горнитосъ или маленькихъ вулкановъ-паразитовъ покрываютъ поверхность лавы еще долгое время послѣ ея остыванія; напр. фумароллы или горнитосъ Хорулло еще дымились черезъ 40 лѣтъ послѣ изверженія.

Иногда вмѣсто лавы вулканы извергаютъ потоки грязи, которые не слѣдуетъ смѣшивать съ вышеупомянутыми потоками, происходящими отъ вулканическихъ ливней, такъ какъ они извергаются изъ нѣдръ вулкана. Иногда одни и тѣ же вулканы извергаютъ грязь и лаву; но чаще вулканы, извергающіе грязь, не выдѣляютъ лавы и вообще раскаленныхъ продуктовъ; такого рода вулканы называются сальзами или грязевыми вулканами.

Послѣ изверженія лавы, сила вулкана какъ бы истощается. Подземный гулъ и сотрясенія быстро ослабѣваютъ, количество рыхлыхъ продуктовъ уменьшается, дождь пепла прекращается, дымовой столбъ понижается, гроза затихаетъ; только лава продолжаетъ еще спокойно вытекать, сдвигая массы остывшей лавы, лежащей впереди, или переливаясь черезъ нихъ лавопадами; постепенно ослабѣваютъ и всѣ другія явленія, свойственныя изверженіямъ, и вулканъ переходитъ въ состояніе спокойной дѣятельности, которая можетъ или снова смѣниться катастрофическимъ изверженіемъ, или продолжаться неопредѣленно долгое время, или же затихаетъ еще болѣе,—тогда вулканъ выдѣляетъ только небольшое количество газообразныхъ продуктовъ,—или, наконецъ, совершенно успокаивается и кажется потухшимъ.

Самый величественный кратеръ на землѣ,—это кратеръ Килауэа, находящійся на вершинѣ почти 4000 футовъ высоты на горѣ Мауна-Лоа, на островѣ Гаваи (одинъ изъ Сандвичевыхъ островов). Діаметръ кратера равняется двумъ милямъ; онъ представляетъ собою эллипсъ, имѣющій въ окружности около 7 миль. Внутри его находится большое озеро лавы, уровень котораго постоянно мѣняется (См. рис. 286). Обыкновенно онъ находится на 800 ф. ниже края, и глубина его равняется, приблизительно, 1400 ф. Этотъ кратеръ особенно красивъ ночью, когда расплавленная лава бросаетъ свой отблескъ на извергающіяся изъ него облака дыма, и окрашиваетъ ихъ въ пурпурный цвѣтъ. Лава постепенно поднимается въ кратерѣ и, наконецъ, выступаетъ изъ береговъ, или прорывается гдѣ-нибудь сбоку. Послѣ изверженія кратеръ остается пустымъ иногда въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ.

Вулканическія изверженія обыкновенно сопровождаются землетрясеніями и подземными толчками или ударами. Но изъ этого не слѣдуетъ дѣлать обратнаго заключенія: потрясенія земной коры или поверхности океана могутъ происходить да и происходятъ сплошь и рядомъ безъ всякихъ вулканическихъ изверженій и даже въ такихъ областяхъ земной поверхности, гдѣ вулканы совершенно отсутствуютъ. Скажемъ болѣе: чувствительные приборы, спеціально устроенные для наблюденія земныхъ колебаній (сейсмографы) доказываютъ, что «твердая» оболочка нашей планеты почти никогда не находится въ покоѣ. Всегда и постоянно въ нѣдрахъ Земли происходитъ работа землеобразовательныхъ силъ, проявляющаяся между прочимъ землетрясеніями. Совокупность явленій, предшествующихъ, совпадающихъ и слѣдующихъ за землетрясеніями носитъ названіе *сейсмическихъ* явленій, а науку, занимающуюся этими явленіями, называютъ *сейсмографіей* и *сейсмологіей*.

Слабыя сейсмическія явленія почти или совсѣмъ даже незамѣтны обыкновенному наблюдателю. Но сильныя землетрясенія принадлежатъ къ самымъ разрушительнымъ и грознымъ явленіямъ земной природы, на что у человѣчества есть не мало горькихъ доказательствъ.

Всѣмъ еще, вѣроятно, памятно мессинское землетрясеніе, напримѣръ, опустошившее часть Сициліи и Калабріи утромъ 28-го декабря 1908 г., которое было однимъ изъ самыхъ ужасныхъ и занимаетъ одно изъ печальныхъ первыхъ мѣстъ по числу погибшихъ людей: это число достигаетъ 250 тысячъ. Изъ нихъ 200 тысячъ погибло во время землетрясенія, главнымъ образомъ подъ обломками рушившихся зданій или въ морскихъ волнахъ, внезапно затопившихъ берега. 50 тысячъ погибло уже послѣ катастрофы—отъ пожаровъ, непогоды, болѣзней.

Города Мессина (въ Сициліи, 130 тысячъ жителей), и Реджіо (въ Калабріи, 45 000 жителей), расположенные на противоположныхъ берегахъ Мессинскаго пролива, были разрушены этимъ землетрясеніемъ до основанія. Опустошеніе распространилось болѣе чѣмъ на 50 километровъ вокругъ этихъ городовъ. Вотъ какъ описываютъ эту ужасную катастрофу въ Мессинѣ.

Въ 5 час. 20 мин. утра, когда большая часть населенія еще спала, море въ Мессинскомъ проливѣ внезапно вздулось и громадными волнами, высотой въ 3 и болѣе метровъ, обрушилось на портъ, разрушая мосты, разбрасывая во всѣ стороны и разбивая стоявшіе тамъ корабли. Набережная порта и бассейнъ, въ которомъ чинятся суда, были разрушены въ одно мгновеніе—и черезъ нѣсколько минутъ волнующаяся поверхность пролива покрылась уже обломками кораблей, набережной, домовъ и различныхъ товаровъ.

Почти одновременно земля въ Мессинѣ, Реджіо и въ окрестностяхъ начала слабо дрожать. Это колебаніе постепенно усиливалось въ теченіе 10 минутъ, затѣмъ столько же времени затихало и, наконецъ, прекратилось совсѣмъ. Послѣ двухминутнаго перерыва разомъ наступилъ «конецъ міра»: ужасные толчки, страшный трескъ отъ обваловъ, отчаянные крики и глубокая тьма. Разрушеніе полное. Мессина мгновенно потонула въ густыхъ облакахъ пыли отъ обвалившихся домовъ. Одновременно съ этимъ на городъ обрушилась громадная морская волна и залила всю нижнюю часть его. Отхлынувъ затѣмъ, море оставило за собой слой вязкаго ила, который чрезвычайно мѣшалъ бѣгству обезумѣвшихъ жителей.

Первые лучи Солнца освѣтили потрясающую картину разрушенія. Дивная мессинская набережная была разломана и исковеркана. Нѣкоторые фасады домовъ уцѣлѣли, но внутри все было разломано, и стѣны зіяли громадными черными сквозными отверстіями. Одни изъ этихъ фасадовъ опустились подъ уровень моря, другіе, наоборотъ, высоко, иногда на 20 метровъ, поднялись надъ нимъ. На площади, гдѣ еще такъ недавно возвышался вокзалъ желѣзной дороги, оказалась гора каменныхъ и желѣзныхъ обломковъ, разломанные въ щепы вагоны, скрученные и разорванные рельсы. Отъ бывшихъ улицъ остались только кое-гдѣ тропинки, окруженныя цѣлыми пирамидами кусковъ камня, пылающихъ балокъ, стропилъ, мебели. Но и эти тропинки прерывались высокими баррикадами различныхъ обломковъ. Почва словно изрыта какими-то гигантами. Громадныя вздутія смѣнялись внезапными пониженіями и обвалами. Посреди этихъ развалинъ, какъ громадные скелеты, возвышались голыя стѣны ратуши, «Грандъ-Отеля Тринакрія» и нѣкоторыхъ другихъ большихъ зданій. Все остальное—горящія руины.

Мессинскій проливъ чуть не на половину былъ загроможденъ трупами людей, животныхъ и самыми разнообразными обломками. Опусканія, вспучиванія, обвалы и оползни почти до неузнаваемости измѣнили береговыя очертанія пролива. Большой маякъ и множество мелкихъ были погребены въ морскихъ водахъ... На сицилійскомъ (мессинскомъ) берегу землетрясеніе распространилось въ юго-западномъ направленіи, опустошивъ болѣе или менѣе сильно береговую полосу между Мессиной и Катаньей. Оно было остановлено массивомъ Этны. Въ Калабріи же (Реджіо), гдѣ Апеннинскій полуостровъ оканчивается узкимъ языкомъ плоской Земли, не было такого мощнаго препятствія, какъ Этна,—и землетрясеніе опустошило эту страну на всемъ ея протяженіи: колебанія почвы, постепенно слабѣя, докатились до массива Зито, въ провинціи Козенца.

Такова картина недавняго мессинскаго землетрясенія 1908 г.; и она нисколько не преувеличена. Свидѣтели и очевидцы ея еще живы и показанія ихъ согласны. Картины разрушенія не только описаны людьми, но и запечатлѣны фотографической пластинкой. Да, наконецъ, несмотря на свою исключительную грандіозность, мессинское землетрясеніе даетъ чрезвычайно типичную и не разъ описанную раньше картину большого землетрясенія, начинающагося *моретрясеніемъ*. Землетрясенія этого рода принадлежатъ, какъ кажется, по новѣйшимъ изслѣдованіямъ къ самымъ распространеннымъ.

Здѣсь же будетъ кстати упомянуть, что преданіе о «всемірномъ потопѣ», сохранившееся въ легендахъ ассиріяхъ, вавилонянъ, евреевъ и другихъ народовъ, имѣетъ по всей вѣроятности свои основанія въ воспоминаніяхъ человѣчества о моретрясеніяхъ. Извѣстный геологъ Зюссъ на основаніи своихъ изысканій утверждаетъ, что «всемірный потопъ» былъ въ дѣйствительности лишь опустошительнымъ наводненіемъ Месопотамской низменности, обусловленнымъ сильнымъ моретрясеніемъ въ области Персидскаго залива или южнѣе его.

Но, конечно, много землетрясеній происходитъ и въ такихъ областяхъ, отъ которыхъ море находится за сотни и даже тысячи верстъ, напр. въ Туркестанѣ, о землетрясеніяхъ котораго сейчасъ будетъ рѣчь.

Характерна та быстрота, почти мгновенность, съ которой землетрясеніе проявляетъ свою разрушительную дѣятельность. Одинъ толчокъ, одинъ подземный ударъ въ состояніи низвергнуть все. Но роковой толчокъ далеко не всегда одинокъ.

Во время мессинскаго землетрясенія, первый день котораго описанъ выше, толчки самаго различнаго напряженія слѣдовали другъ за дру-

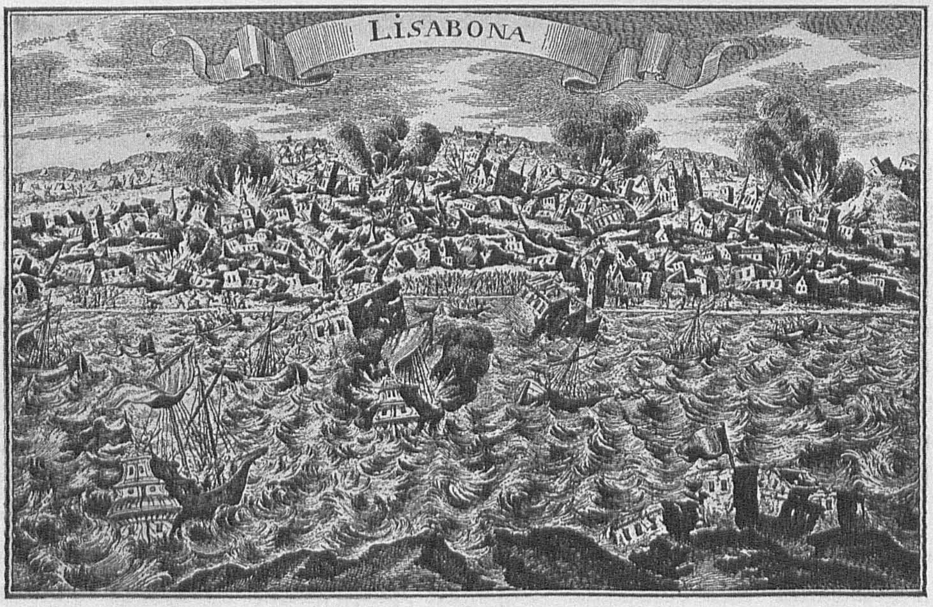


Рис. 285. Снимокъ съ рисунка нѣмецкой газеты 1755 года, описывающей Лисабонское землетрясеніе.

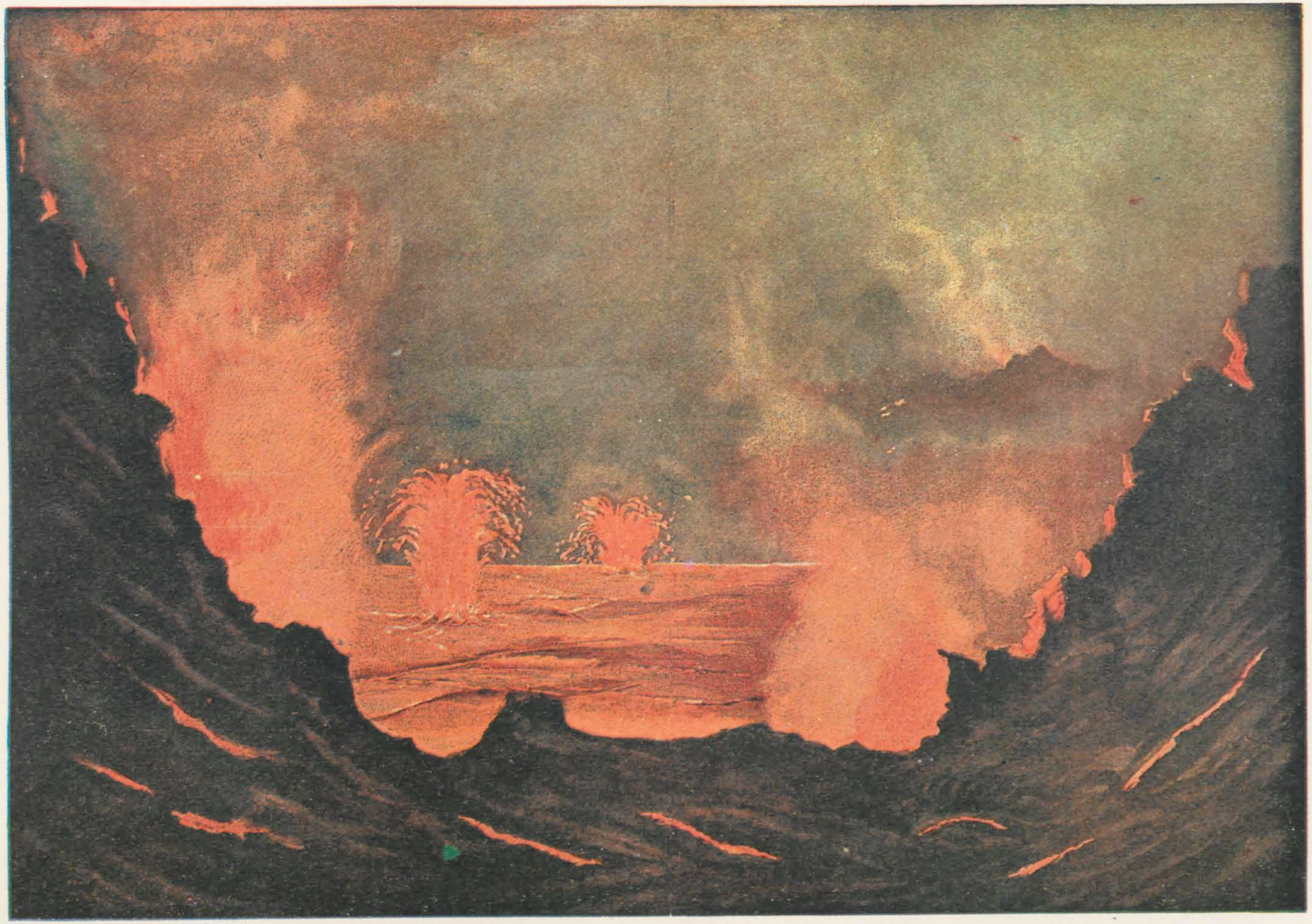


Рис. 286. Кратеръ Килауэа на островѣ Гаваи.

Рис. 287. И. В. Мушкетовъ.

гомъ съ очень неправильными перерывами въ теченіе многихъ мѣсяцевъ. Нѣкоторые изъ нихъ были такъ же сильны, какъ и первый, разрушившій Мессину и Реджіо.

Большое лиссабонское землетрясеніе въ 1755 году погубило 60 тысячъ человѣкъ, а роскошный городъ, принадлежавшій тогда къ богатѣйшимъ въ мірѣ, обратило въ груду развалинъ всего тремя толчками, послѣдовавшими другъ за другомъ въ теченіе какихъ-либо пяти минутъ. Каракасъ былъ разрушенъ до основанія въ теченіе 30 секундъ, а Казамичіола (на Искіи) въ 1883 году была разрушена до основанія однимъ толчкомъ. Но иногда землетрясеніе продолжается гораздо дольше.

Землетрясеніе въ г. Вѣрномъ въ 1887 г. началось подземными ударами 28-го мая, но колебанія ощущались до 26-го іюля. Масса домовъ была разрушена, станица Каскаленъ уничтожена совершенно, по дорогѣ къ ней образовались провалы до 1 метра шириной, при чемъ во многихъ изъ нихъ показалась вода. Даже на Аксаѣ, въ 14 верстахъ отъ Вѣрнаго, вся земля покрылась трещинами и изъ нихъ били струи воды. Въ станицахъ и на поляхъ было убито много людей и скота. Въ самомъ Вѣрномъ сохранились кое-гдѣ только невысокіе деревянные дома. Впрочемъ, по словамъ проф. Мушкетова, гораздо большую панику, нежели самое землетрясеніе, произвело исчезновеніе воды и появленіе потоковъ грязи послѣ 28 мая. Мушкетовъ изслѣдовалъ это землетрясеніе черезъ два года послѣ его проявленія и тогда же предсказалъ для этой области возможность повтореній катастрофъ въ будущемъ. Предсказаніе талантливаго ученаго оказалось справедливымъ.

Въ ночь съ 21 на 22-е декабря 1910 года въ Семирѣченской области вновь повторилось землетрясеніе, еще болѣе сильное, чѣмъ въ 1887 году, и охватившее еще бо̀льшую область. Городъ Вѣрный подвергся новому разрушенію, и если при описаніи этого землетрясенія не приходится говорить о «слишкомъ большомъ» количествѣ человѣческихъ жертвъ, то только потому, что явленіе произошло въ мало населенномъ краѣ. Тѣмъ не менѣе разсказы очевидцевъ и многочисленные корреспонденціи изъ этой далекой окраины Россіи рисуютъ знакомыя картины какъ стремительности и ужаса всеобщаго разрушенія, такъ и чувства безпомощности человѣка предъ этимъ стихійнымъ явленіемъ.

«Городъ Вѣрный во время землетрясенія походилъ на адъ».—Пишетъ очевидецъ.—«Земля гудѣла. Изъ огромныхъ трещинъ шли безпрерывные громы, раскатъ которыхъ оглушалъ и наводилъ ужасъ. Горы надъ Вѣрнымъ трещали, и отъ нихъ доносился подавляющій гулъ. Деревья качались, люди теряли равновѣсіе, падали, и, подымаясь, бѣжали, куда попало. Рушились дома, издавая какой-то особенный звукъ оползанія кирпичей, похожій на шуршаніе горы листьевъ. Звонили безпорядочно и дико колокола. Животныя пришли въ безумное неистовство, увеличивая панику людей. Дѣти плакали, женщины истерически рыдали. Землетрясеніе длилось 5 минутъ, но еще долго людямъ не вѣрилось въ успокоеніе Земли. И только по мѣрѣ того, какъ свѣтало, постепенно возвращалось спокойствіе. Когда настало утро и опустошенный городъ сталъ виденъ, люди снова *почувствовали подъ собой почву.* Нуженъ огромный инстинктъ жизни, чтобы послѣ пережитыхъ минутъ отчаянія и часовъ смертельной тревоги такъ быстро опять повѣрить въ Землю, стоя у ея трещинъ»...

Землетрясеніе длилось всего около 5-ти минутъ, и этого короткаго времени было достаточно, чтобы лишить человѣка довѣрія къ устойчивости Земли и довести его до той степени отчаянія и безпомощности, о которыхъ свидѣтельствуетъ псалмопѣвецъ Давидъ:

«Боже! Ты отринулъ насъ, Ты сокрушилъ насъ, Ты прогнѣвался: обратись къ намъ. Ты потрясъ Землю, разбилъ ее: исцѣли поврежденія ея, ибо она колеблется»... (Псаломъ 59, ст. 3 и 4).

Какъ видно, и тысячи лѣтъ тому назадъ явленія землетрясеній пробуждали въ человѣкѣ тѣ же чувства, что и теперь.

Сейсмическія явленія имѣютъ всевозможныя степени напряженности и силы. Въ зависимости отъ разрушительности дѣйствій землетрясеній ихъ обыкновенно дѣлятъ на 10 классовъ по такъ называемой скалѣ Росси-Фореля:

I. *Микросейсмическія* колебанія, незамѣтныя непосредственному наблюденію и обнаруживаемыя только чувствительными сейсмографами.

II. *Чрезвычайно слабыя* сотрясенія, записанныя сейсмографами и ощутимыя немногими даже изъ тѣхъ людей, которые въ это время пребываютъ въ состояніи покоя или бездѣйствія.

III. *Весьма слабыя* сотрясенія, ощущаемыя большинствомъ людей, пребывающихъ въ состояніи покоя или бездѣйствія.

IV. *Слабыя* колебанія почвы, ощущаемыя людьми, пребывающими въ состояніи движенія и физической дѣятельности. Дребезжаніе оконныхъ стеколъ.

V. *Посредственныя* колебанія, ощущаемыя всѣми. Колебаніе мебели и кроватей. Звонъ домашнихъ колокольчиковъ.

VI. *Чувствительные удары.* Пробужденіе всѣхъ спящихъ. Звонъ колокольчиковъ. Остановка часовъ съ маятникомъ. Шелестъ деревьевъ. Испугъ.

VII. *Сильные удары.* Опрокидываніе предметовъ. Звонъ большихъ колоколовъ. Ужасъ.

VIII. *Весьма сильные удары.* Образованіе трещинъ въ стѣнахъ, разрушеніе дымовыхъ трубъ. Незначительныя опустошенія. Всеобщая паника и бѣгство.

IX. *Чрезвычайно сильные удары.* Разрушеніе отдѣльныхъ частей зданій и цѣлыхъ построекъ.

X. *Необыкновенной силы удары.* Всеобщее разрушеніе. Трещины въ земной корѣ, обвалы, оползни и сбросы.

Вокругъ мѣстности, подвергшейся наибольшему разрушенію во время даннаго землетрясенія, можно провести цѣлый рядъ концентрическихъ полосъ—«зонъ», составляющихъ постепенный переходъ къ мѣстностямъ, все менѣе и менѣе пострадавшимъ. Центральный пунктъ на поверхности Земли, наиболѣе потерпѣвшій отъ даннаго землетрясенія, называется *эпицентромъ.* То или иное расположеніе эпицентра на поверхности зависитъ отъ расположенія *центра,* или иначе—*гнѣзда,* или *очага,* землетрясенія внутри земной коры, гдѣ зарождается колебательное движеніе. Гнѣздо землетрясенія залегаетъ въ земной корѣ наичаще на глубинѣ отъ 10 до 30 километровъ. Очень рѣдко глубина эта достигаетъ 60—70 километровъ, но съ другой стороны также рѣдки залеганія гнѣзда на меньшихъ глубинахъ, напримѣръ на 500 метрахъ (землетрясеніе въ Казамичіолѣ въ 1883 г.), или даже на 100 метр. Впрочемъ, относительно глубины гнѣзда землетрясенія до сихъ поръ еще существуютъ разногласія, и вопросъ надо считать невыясненнымъ. Та или иная глубина гнѣзда оказываетъ сильное вліяніе на характеръ землетрясенія. Въ общемъ, при неглубокомъ гнѣздѣ — землетрясеніе имѣетъ незначительную область распространенія, небольшую продолжительность, но сильное разрушительное дѣйствіе. Наоборотъ, при глубокихъ гнѣздахъ характерны большая область распространенія, значительная скорость его, значительная продолжительность и относительно слабая разрушительная сила.

Размѣры области, охватываемой землетрясеніемъ, чрезвычайно разнообразны; нѣкоторыя землетрясенія распространяются всего на нѣсколько тысячъ квадратныхъ километровъ (Рейнское землетрясеніе 29 іюля 1746 г.), другія—сотни тысячъ и милліоны (Лиссабонское 1755 г., Чарлстоунское 1786 г.). Что же касается скорости распространенія землетрясенія, то она находится въ полной зависимости отъ геологическаго характера породъ и относительнаго расположенія пластовъ, черезъ которые проходитъ макросейсмическая волна. Такъ, для вѣрненскаго землетрясенія 1887 года скорость была 300 метровъ для рыхлыхъ породъ и 700 для твердыхъ. Наибольшая величина наблюденной скорости 900—1000 метровъ въ секунду, наименьшая—200.

Что касается причинъ землетрясеній, то большинство геологовъ въ настоящее время дѣлитъ землетрясенія, въ зависимости отъ этихъ причинъ, на 3 группы: землетрясенія отъ проваловъ, землетрясенія вулканическія и землетрясенія тектоническія.

Землетрясенія отъ проваловъ, въ чистомъ, такъ сказать, своемъ видѣ, происходятъ рѣдко лишь въ известковыхъ пластахъ или мѣстностяхъ, богатыхъ обширными залежами гипса и каменной соли, гдѣ вода легко образуетъ пещеры и подземные ходы, благодаря чему верхніе пласты, не находя достаточной опоры, обрушиваются, и во время своего провала производятъ замѣтное сотрясеніе почвы.

Также рѣдко происходятъ въ чистомъ видѣ и землетрясенія вулканическія, т. е. являющіяся слѣдствіемъ только дѣятельности какого-нибудь вулкана, когда подъ давленіемъ лавы и паровъ могутъ происходить осѣданія и перемѣщенія участковъ и земной коры. Обыкновенно землетрясенія этого типа, такъ же, какъ и перваго, связаны съ наиболѣе распространенными въ природѣ землетрясеніями тектоническими.

Причину тектоническихъ землетрясеній, т. е. находящихся въ связи съ «тектоникой»—съ строеніемъ земной коры, геологи видятъ въ смѣщеніи участковъ земной коры, происходящихъ вслѣдствіе продолжающагося еще и нынѣ процесса горообразованія. Но чѣмъ обусловленъ, въ свою очередь, этотъ послѣдній процессъ?

Какъ уже не разъ приходилось выше говорить, большинство ученыхъ полагаетъ, что причина этого процесса лежитъ въ охлажденіи и сжиманіи земного шара. Въ силу уменьшенія объема ядра Земли, кора ея, обладающая, какъ предполагаютъ, меньшей способностью къ сжатію, оказывается слишкомъ широкой; вслѣдствіе этого она осѣдаетъ и въ ней возникаютъ напряженія. Одни участки земной коры, вслѣдствіе этого, опускаются, другіе, силой образовавшагося горизонтальнаго давленія, сморщиваются въ складки и образуютъ горныя системы. Отсюда понятно, почему землетрясенія наблюдаются почти исключительно въ тѣхъ странахъ, гдѣ еще сравнительно недавно (въ геологическомъ смыслѣ) происходили процессы горообразованія,—въ Альпахъ, въ Апеннинахъ, въ Андахъ, а также по окраинамъ опускающихся областей—въ долинахъ Рейна, въ Испаніи, Греціи, Малой Азіи, Сиріи, на сѣверномъ берегу Африки, на берегу Краснаго моря, Японскаго моря и и т. п. Въ мѣстностяхъ съ ненарушеннымъ горизонтальнымъ напластованіемъ (Сѣверо-Германская и Русская низменности), или въ горахъ, закончившихъ уже циклъ своего развитія (Аллеганскія горы въ сѣверной Америкѣ), землетрясенія чрезвычайно рѣдки.

Ученіе о связи землетрясеній съ процессами горообразованія, еще и понынѣ совершающимися въ земной корѣ, обязано больше всего своимъ развитіемъ знаменитому австрійскому геологу Эдуарду Зюссу. Оно считается наиболѣе обоснованнымъ и господствующимъ въ настоящее время. Необходимо, однако, имѣть въ виду, что въ самые послѣдніе годы (послѣдніе 10—15 лѣтъ) въ наукѣ накопился новый запасъ фактическихъ данныхъ и теоретическихъ обобщеній, которые сильно измѣняютъ господствующее ученіе какъ о тектоническихъ землетрясеніяхъ, такъ и во всемъ процессѣ горообразованія. Причина всѣхъ этихъ процессовъ лежитъ, по мнѣнію иныхъ, не въ самой земной корѣ и ея сморщиваніи, а въ измѣненіяхъ и превращеніяхъ какъ физическихъ, такъ и химическихъ, исходящихъ изъ глубинъ Земли, изъ ея ядра. Эти глубинные процессы вызываютъ движенія, передающіяся земной корѣ и производящія въ ней то осѣданія, обвалы и складки, то землетрясенія, то вулканическія изверженія, то медленныя вѣковыя поднятія и опусканія почвы. Между приверженцами господствующаго ученія и новыми теченіями начинается научная борьба. Приведетъ ли она къ установкѣ новыхъ взглядовъ на внутреннее строеніе Земли и на сейсмическія явленія, укрѣпитъ ли она еще болѣе нынѣ господствующую гипотезу,—во всякомъ случаѣ эта научная борьба приблизитъ къ болѣе правильнымъ или еще болѣе обоснованнымъ взглядамъ на нашу планету.

Въ заключеніе этихъ общихъ понятій о землеобразовательныхъ процессахъ остановимся еще на одномъ обстоятельствѣ. Быть можетъ, иной читатель вспомнитъ высказанное раньше положеніе (окончательно установленное Лайелемъ), что въ исторіи землеобразованія нѣтъ рѣзкихъ переворотовъ, или катастрофъ, и спроситъ: А грозныя вулканическія изверженія, а эти поразительныя, губительныя землетрясенія, уносящія въ нѣсколько секундъ сотни тысячъ человѣческихъ жизней, обращающія мгновенно въ ничто результаты многолѣтней человѣческой дѣятельности и даже мѣняющія иногда рельефъ суши,—развѣ это не катастрофы?

Это, конечно, катастрофы, если къ явленіямъ прилагать нашу обыденную человѣческую мѣрку и въ томъ же обыденномъ значеніи употреблять это слово. Гибель города, опустошеніе или даже провалъ цѣлой области представляютъ важное событіе или прямо-таки поражающую катастрофу въ исторіи человѣческой жизни. Но ясно, что, если мы изъ области нашей человѣческой исторіи перейдемъ въ область великой *исторіи Земли*, то ни о какихъ «катастрофахъ» въ данномъ случаѣ не можетъ быть рѣчи. Что значитъ въ общей жизни могучаго великана-Земли «какой-либо» сбросъ при изверженіи хотя бы Кракатоа въ 1883 г., появленіе новой складки, или новой морщины на его внѣшней оболочкѣ? Эти въ общемъ еле замѣтные, хотя и громоподобные для насъ вздохи—могучія, но мѣстныя содроганія, всѣ эти тектоническіе процессы свидѣтельствуютъ не о грозящей гибелью *всей планетѣ* катастрофѣ, но о жизни, непрерывно совершающейся въ нѣдрахъ матери Земли.

Но наряду съ тектоническими процессами на устройство поверхности и видъ Земли оказывали и оказываютъ всегда вліяніе и другіе—такъ называемые *денудаціонные*—процессы, иначе говоря—размывающее вліяніе атмосферныхъ теченій и водъ. Не останавливаясь на этомъ подробнѣе, отмѣтимъ только огромную силу этихъ послѣднихъ процессовъ. Медленно и незамѣтно, но въ теченіе временъ воздухъ и вода въ состояніи смести съ лица Земли всѣ существующія на ней горы и, обративъ ихъ въ пыль, распредѣлить равномѣрно по всей земной поверхности. Есть основаніе думать, что на старшей, чѣмъ Земля, планетѣ, Марсѣ, преобладаютъ уже именно эти денудаціонные процессы.

Если говорять о жизни Земли, то является естественный вопросъ о ея возрастѣ. Великая исторія Земли—геологія, какъ и всякая другая исторія, также должна имѣть свое времяисчисленіе (хронологію), иначе она не удовлетворитъ пытливости человѣческаго ума, относящаго всѣ явленія къ пространству и времени. И геологія такое лѣтоисчисленіе имѣетъ. Во всякомъ случаѣ она стремится его создать и обосновать на самыхъ вѣрныхъ и надежныхъ основахъ, хотя трудности, встрѣчаемыя ею на этомъ пути, часто прямо-таки неимовѣрны.

Геологическое лѣтоисчисленіе дѣлится на относительное и *абсолютное*.

Относительное времяисчисленіе основывается на изученіи пластовъ различныхъ породъ, составляющихъ земную кору, ихъ минеральнаго характера, ихъ залеганія относительно другъ друга, а также на изученіи (наука—*палеонтологія*) заключенныхъ въ этихъ пластахъ окаменѣлыхъ остатковъ различныхъ организмовъ растительнаго и животнаго міра, попавшихъ туда при образованіи пластовъ. Земныя напластованія напоминаютъ отчасти слои, которые ежегодно образуются на деревѣ во время его роста. Внутренніе слои у сердцевины соотвѣтствуютъ раннему возрасту дерева, поверхностные—болѣе позднему. Но этимъ и ограничивается сходство земныхъ напластованій и древесныхъ слоевъ. Въ то время, какъ естествоиспытатель, сдѣлавъ поперечный разрѣзъ дерева и сосчитавъ его слои, можетъ опредѣлить точно, *сколько дереву лѣтъ*, геологъ, получившій въ свое распоряженіе хотя бы самый полный и точный поперечный разрѣзъ земной коры, отъ такого *абсолютнаго* опредѣленія возраста земной коры долженъ пока отказаться. Онъ можетъ съ увѣренностью утверждать только, что одинъ, напр., пластъ древнѣе, чѣмъ другой, что то или иное явленіе въ жизни Земли произошло раньше или позже, чѣмъ другое, но опредѣленныхъ указаній (въ годахъ, напр.) о древности различныхъ явленій, о періодахъ въ развитіи Земли, или о продолжительности жизни земного шара вообще геологія въ настоящее время дать не можетъ. Попытки установить подобное абсолютное геологическое времяисчисленіе многочисленны, но пока не привели къ безспорнымъ результатамъ. Геологическіе процессы столь медленны, что жизни не только человѣка, но цѣлаго ряда человѣческихъ поколѣній недостаточно, чтобы прослѣдить замѣтное проявленіе этихъ процессовъ на общемъ измѣненіи земной поверхности и жизни на ней. Для измѣренія періодовъ подобныхъ измѣненій наши обыкновенные мѣрки и масштабы неприложимы. Единицу сравненія въ данномъ случаѣ пытались установить опредѣленіемъ продолжительности *современнаго* періода, т. е. того промежутка времени, когда органическая жизнь на Землѣ, принявъ свой настоящій характеръ, существенно не измѣнилась. Зная величину такой единицы, возможно было бы опре-

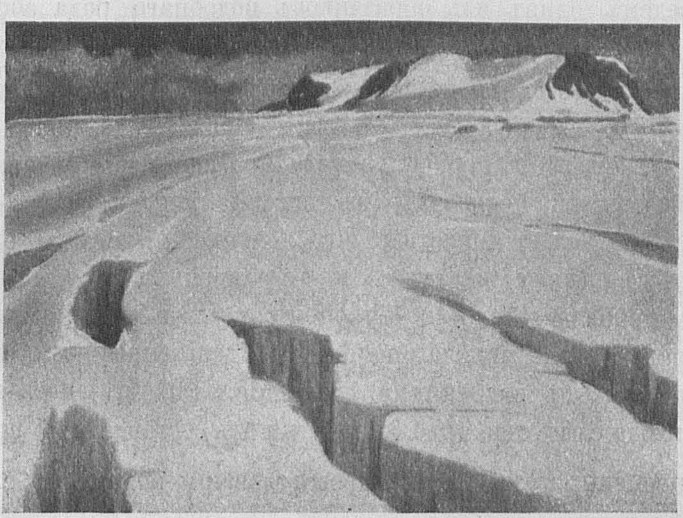


Рис. 288. Льды на островѣ Гренландіи, дающіе представленіе о ледниковомъ періодѣ на Землѣ.

дѣлить абсолютный возрастъ и всѣхъ другихъ періодовъ земной жизни. Но дѣло въ томъ, что попытки найти эту единицу не даютъ желаемой точности, хотя для опредѣленія ея прилагались самые разнообразные способы. Одни изъ нихъ основаны на времени отложенія и образованія рѣчныхъ дельтъ; другіе—на быстротѣ размытія и отступленія водопадовъ; третьи—на скорости роста коралловыхъ острововъ, четвертые — на періодахъ измѣненія эксцентриситета земной орбиты и связанныхъ съ этимъ явленій; пятые—на времени охлажденія земного шара до современной температуры; шестые исходятъ изъ общихъ теоретическихъ соображеній относительно солнечной системы, въ родѣ тѣхъ, о которыхъ упомянуто, напр., на стр. 249 настоящей книги, и т. д. Приведемъ одинъ изъ образчиковъ подобнаго рода абсолютныхъ расчетовъ, основанныхъ на измѣненіи эксцентриситета земной орбиты.

Настоящему состоянію нашей планеты предшествовалъ такъ называемый *ледниковый* періодъ. Есть заслуживающее полнаго вниманія предположеніе, что этотъ періодъ зависѣлъ отъ измѣненія эксцентриситета земной орбиты, а на основаніи вычисленій періода измѣненій этого эксцентриситета можно допустить, что ледниковый періодъ былъ около 1 милліона лѣтъ тому назадъ. Съ того времени морскія раковины измѣнились приблизительно на 5 процентовъ. Значитъ, остальные 95% морскихъ раковинъ ледниковаго періода тождественны по своимъ видовымъ признакомъ съ раковинами, живущими въ сѣверномъ полушаріи сейчасъ. Отсюда слѣдуетъ, что 1 милліонъ лѣтъ составляетъ 5 процентовъ, или $\frac{5}{100}$ времени, нужнаго для преобразованія видовъ, т. е. времени, потребнаго для полной замѣны одной фауны (животной жизни) другой. Значитъ продолжительность всего періода, въ который смѣняется одна фауна другой, равна 20 милліонамъ лѣтъ. Но такихъ періодовъ въ жизни Земли насчитываютъ 12. Если продолжительность каждаго періода принять тоже въ 20 милл. лѣтъ, то время, протекшее отъ начала органической жизни на Землѣ, надо исчислять въ 240 милліоновъ лѣтъ. «Но крайне сомнительно,—говоритъ самъ творецъ этой ледниковой гипотезы, Кролль,—чтобы возрастъ нашей планеты равнялся 240 мил. лѣтъ. Сомнительно въ особенности потому, что трудно допустить, чтобы Солнце существовало такъ долго и не сгорѣло до сихъ поръ» (Сравн. выше, стр. 249 и слѣд.).

Другой естествоиспытатель, Уоллесъ, пытался опредѣлить возрастъ Земли, основываясь на размывающихъ дѣйствіяхъ проточной воды, и пришелъ къ заключенію, что древность Земли не превосходитъ 28 милліоновъ лѣтъ. Словомъ, надо признать, что хотя бы приблизительно вѣрнаго *абсолютнаго* геологическаго лѣтоисчисленія еще нѣтъ. Но можно надѣяться, что упорныя исканія въ этомъ направленіи приведутъ, наконецъ, къ желаемому результату. Пока же геологіи приходится довольствоваться относительнымъ лѣтоисчисленіемъ, съ основаніями котораго мы и ознакомимъ читателя, руководствуясь классическимъ трудомъ И. В. Мушкетова [1]).

Уже сказано выше, что относительная геологическая хронологія основывается на изученіи свойствъ и характера различнаго рода осадочныхъ породъ, составляющихъ земную кору, а также на изученіи содержащихся въ нихъ окаменѣлостей.

Первоначальный характеръ залеганія самыхъ древнихъ осадковъ долженъ быть тотъ же, что и современныхъ, при одинаковомъ способѣ образованія, т. е. въ видѣ болѣе или менѣе горизонтальныхъ слоевъ или пластовъ. Значитъ вышележащіе слои, какъ отложившіеся позже, должны быть *новѣе* подстилающихъ или нижележащихъ. Кромѣ того значительное уклоненіе отъ горизонтальнаго положенія слоевъ свидѣтельствуетъ о послѣдующихъ нарушеніяхъ ихъ. Всѣ осадочныя породы, за исключеніемъ древнѣйшихъ, содержатъ остатки животныхъ и растительныхъ организмовъ, или *окаменѣлости*, которыя попали въ нихъ одновременно съ образованіемъ самихъ осадковъ, слѣдовательно, если возможно опредѣлить древность организмовъ, то по окаменѣлостямъ можно судить о древности содержащихъ ихъ слоевъ. Изученіе окаменѣлостей вполнѣ доказало эту возможность, такъ какъ по нимъ опредѣлено было, что: 1) Организмы развивались постепенно, начиная самыми низшими формами, переходя къ высшимъ и заканчиваясь человѣкомъ, что можно наглядно видѣть на таблицѣ Креднера на страницѣ 492. При такой постепенности развитія само собой разумѣется, что чѣмъ древнѣе слои, тѣмъ окаменѣлости, заключающіяся въ нихъ, менѣе сходны съ нынѣ живущими организмами. Только въ новѣйшихъ отложеніяхъ встрѣчаются формы, тождественныя съ современными; во всѣхъ же древнѣйшихъ осадкахъ окаменѣлости принадлежатъ вымершимъ организмамъ. 2) Наблюдающіяся смѣны растительнаго и животнаго міра, погребеннаго въ слояхъ, обнаруживаютъ одну и ту же послѣдовательность на всей Землѣ, т. е. слои одинаковой древности (или синхроничные) заключаютъ сходныя окаменѣлости; сосѣдніе слои, образовавшіеся непосредственно одинъ за другимъ, гдѣ бы они ни встрѣчались на Землѣ, содержатъ окаменѣлости близкихъ формъ, обнаруживающихъ постепенность измѣненія организмовъ. 3) Семейства, роды и виды организмовъ имѣли въ геологическіе періоды опредѣленный срокъ существованія, послѣ котораго они вымирали, и вымершія формы вновь уже не появлялись.

---

[1]) Физическая геологія, т. 1, стр. 194—197.

На основаніи такого прогрессивнаго измѣненія организмовъ явилась возможность подраздѣлить геологическое время на *періоды*, отличающіеся, во-1-хъ, *появленіемъ* новыхъ типовъ, во-2-хъ, *развитіемъ* и *преобладаніемъ* нѣкоторыхъ типовъ, появившихся раньше, и, въ-3-хъ, *вымираніемъ* другихъ, преобладавшихъ прежде. Каждому періоду соотвѣтствуетъ опредѣленное число слоевъ, характеризующееся однородною фауною и флорою. Этотъ рядъ слоевъ вмѣстѣ составляетъ геологическую *формацію* или *систему*. Слѣдовательно, каждой формаціи соотвѣтствуетъ опредѣленный періодъ времени, какъ хронологическая единица. Само собою разумѣется, что постепенное измѣненіе организмовъ не прекращалось въ предѣлахъ одной и той же формаціи, а значитъ отдѣльные слои ея должны заключать, хотя сходныя, но не тождественныя окаменѣлости, а потому каждую формацію можно раздѣлить еще на болѣе мелкія части, называемыя *отдѣлами*, а по времени имъ соотвѣтствуютъ *эпохи*; наконецъ, отдѣлы раздѣляются на *ярусы*, а ярусы— на *зоны*, или на отдѣльные *слои*, которымъ соотвѣтствуютъ *вѣка*.

Съ другой стороны различныя формаціи соединяются въ *три большія группы*, соотвѣтствующія тремъ *эрамъ* почти полнаго замѣщенія прежнихъ формъ новыми организмами. Изъ нихъ самая древняя *палеозойская эра* состоитъ изъ древнѣйшихъ системъ, отложившихся до перваго общаго измѣненія организмовъ, а именно: кембрійской, силурійской, девонской, каменноугольной и пермской. Средняя эра жизни Земли или *мезозойская эра* (*группа*) заключаетъ всѣ системы между первымъ и вторымъ общимъ обновленіемъ органической жизни, а именно: тріасовую, юрскую и мѣловую. Наконецъ, новая эра — *кенозойская*, или *неозойская*, заключаетъ всѣ послѣдующія осадочныя образованія до настоящаго времени, т. е. третичную и послѣтретичную или четвертичную системы.

Къ этимъ тремъ группамъ (или эрамъ) нужно прибавить еще *архейскую* (или *эозойскую*) группу, которая представляетъ *древнѣйшую эру жизни Земли*, когда организмы еще не существовали или проявлялись только въ зачаткахъ. Вслѣдствіе этого, несмотря на громадную мощность разнообразныхъ породъ, слагающихъ архейскую группу, онѣ отличаются почти полнымъ отсутствіемъ органическихъ остатковъ.

Если окаменѣлости играютъ такую же роль въ исторіи Земли, какъ письменные документы въ исторіи человѣчества, то архейскую эру нужно считать *доисторической* въ жизни Земли, а всѣ остальныя эры, соотвѣтственно раздѣленію исторіи человѣчества, должны представлять: древнюю, среднюю и новую исторію Земли или *историческій* періодъ.

Когда царило ученіе о неизмѣняемости видовъ и о катастрофахъ, каждую формацію разсматривали, какъ совершенно обособленный періодъ, рѣзко разграниченный отъ сосѣднихъ и характеризующійся новымъ актомъ творенія. Но при развитіи ученія Ламарка, Уоллеса и Дарвина о послѣдовательности, измѣняемости и приспособляемости видовъ, о возможности развѣтвленія и естественномъ подборѣ въ зависимости отъ физическихъ условій, а также при дальнѣйшихъ непосредственныхъ наблюденіяхъ, все болѣе и болѣе выяснялось, что рѣзкихъ границъ между сосѣдними системами не существуетъ, и что развитіе органическаго міра происходило постепенно и непрерывно. Ученіе Дарвина предсказывало это, а геологическія изслѣдованія больше всего содѣйствовали укрѣпленію и подтвержденію этой истины. Все больше и больше стали открываться такъ называемыя «*промежуточныя или переходныя отложенія*», которыя окончательно сглаживали рѣзкую границу между системами и доказывали непрерывность развитія, а слѣдовательно искусственность нашихъ подраздѣленій во времени или искусственность самихъ системъ.

Но подраздѣленіе на системы всетаки необходимо удержать, какъ единственный способъ, который даетъ геологамъ возможность подраздѣлять разнообразныя наслоенія и разбираться въ громадномъ матеріалѣ, накопляющемся съ каждымъ годомъ. Какъ ни искусственны геологическія системы, но безъ нихъ невозможно было бы опредѣлить главные моменты въ исторіи Земли, тѣмъ болѣе, что такіе моменты довольно рѣзко отражаются на развитіи органическаго міра. Такъ, въ древнѣйшемъ океанѣ, отложившемъ, такъ называемую, *архейскую* (эозойскую) группу, проявляются только слабые зачатки органической жизни. Въ *палеозойской* эрѣ организмы значительно развиваются сначала въ океанѣ, гдѣ особенное распространеніе получаютъ такъ называемые трилобиты, граптолиты, цистидеи, панцырныя рыбы и даже начинаются впервые пресмыкающіяся, а затѣмъ и на материкахъ развертывается пышная и своеобразная растительность съ исполинскими папоротниками, хвойными и цикадовыми. Въ *мезозойскую* эру впервые появляются млекопитающія, птицы и лиственныя деревья. Фауна и флора, постепенно развиваясь, становится въ *кенозойской* эрѣ уже подобною современной, въ которую она наконецъ переходитъ, завершаясь появленіемъ человѣка въ четвертичную эпоху. Геологическія эры, постепенность развитія и появленія новыхъ, болѣе совершенныхъ формъ, съ приближеніемъ къ современной жизни, наглядно представлены графически на прилагаемой таблицѣ Креднера, гдѣ вертикальныя, неравномѣрной ширины графы означаютъ большее или меньшее развитіе различныхъ классовъ животныхъ и растеній въ соотвѣтственные періоды времени, указанные горизонтальными графами тоже неодинаковой ширины.

Продолжительность животной и растительной жизни въ различныя геологическія эры.

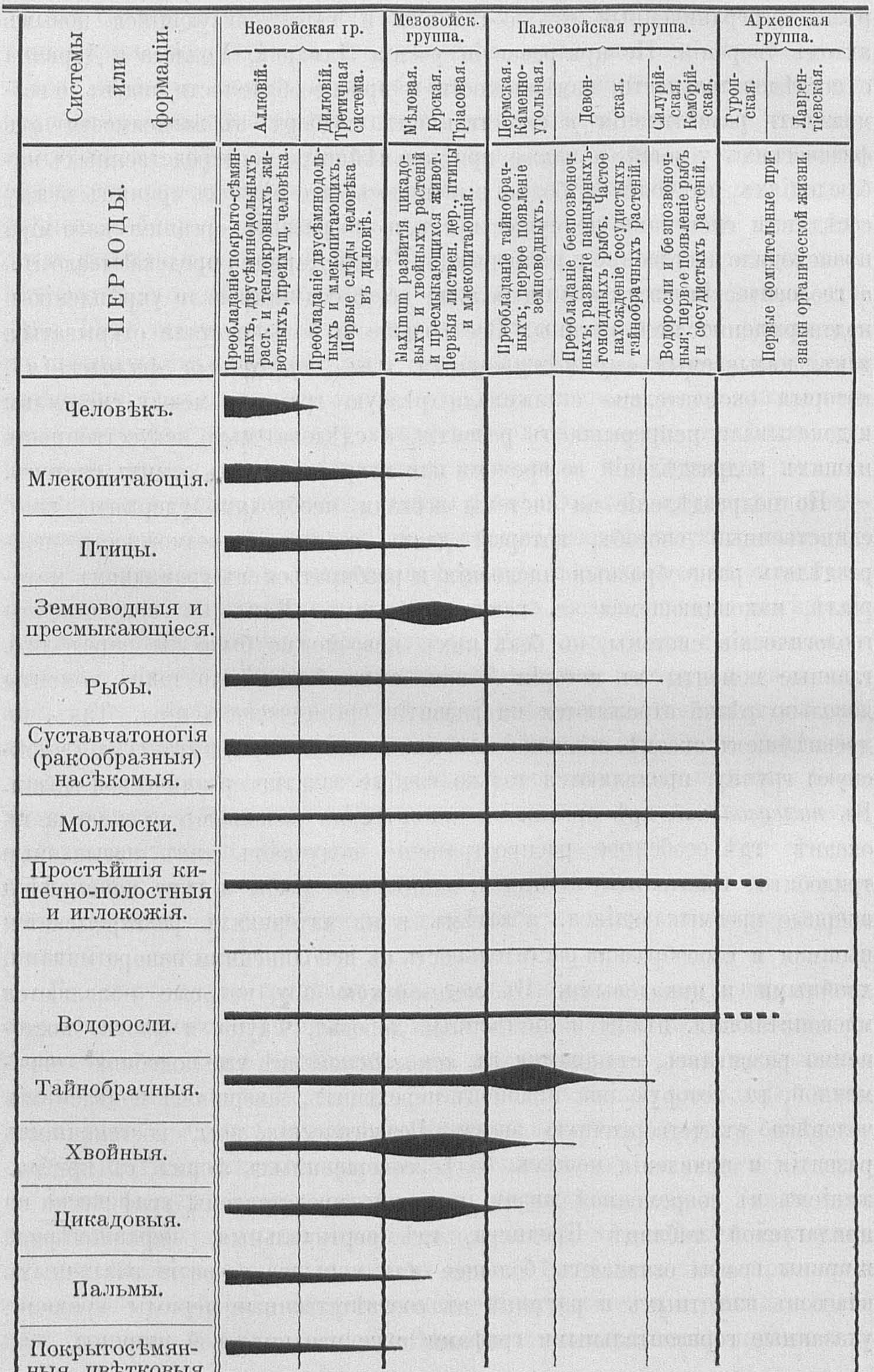


Таблица Креднера.

Таблица показываетъ, что низшіе представители растеній и животныхъ (флоры и фауны) начались въ древнѣйшія эпохи и проходятъ непрерывно всѣ періоды до настоящаго. Между тѣмъ высшія формы зародились и стали преобладать только въ новѣйшія эпохи, предшествующія современной.

Попробуемъ теперь ознакомиться въ общихъ чертахъ съ каждой изъ пережитыхъ уже Землей четырехъ великихъ эръ, или формацій.

Архейская эра относится къ началу возникновенія земной коры, образованія океановъ и континентовъ. Первичная тонкая, твердая земная пленка, благодаря сильнѣйшимъ ливнямъ, покрылась неглубокимъ всеміpнымъ океаномъ. Этотъ океанъ, вѣроятно, былъ соленымъ. Соль приносилась дождями изъ первобытной атмосферы, содержавшей, повидимому, большое количество ея. Только послѣ выдѣленія соли изъ атмосферы дожди стали прѣсными. Впрочемъ, возможно сдѣлать предположеніе, что соль выдѣлялась и изнутри земли. Итакъ, образовавшаяся твердая кора при дальнѣйшемъ охлажденіи сжималась, сокращалась и потому не могла оставаться сфероидальной: въ ней явились неровности, морщины, складки. Болѣе возвышенныя части выступили изъ воды и образовали континенты. Архейскія породы состоятъ главнымъ образомъ, изъ гнейсовъ, гранитовъ и другихъ кристаллическихъ *сланцевъ*. Поэтому думаютъ, что первыми континентами были части суши, занимаемыя нынѣ скандинаво-финляндскимъ массивомъ, сѣверомъ Сѣверной Америки и сѣверо-востокомъ Азіи. Архейскіе пласты нерѣдко обнаруживаются также и въ центральныхъ частяхъ горныхъ цѣпей, гдѣ смыты надъ ними лежащіе слои.

Въ пластахъ архейской эры остатковъ животныхъ и растеній не найдено, хотя въ самыхъ верхнихъ пластахъ ея (судя по внезапному появленію многочисленной и многообразной флоры и фауны въ слѣдующую эру), надо думать, зачатки органической жизни могли быть.

Средняя толщина или мощность архейскихъ образованій очень значительна и достигаетъ нѣсколькихъ десятковъ километровъ (не менѣе 30 кил.).

Архейскую эру дѣлятъ на двѣ эпохи: болѣе древнюю—*лаврентіевскую* (названную такъ по имени рѣки Св. Лаврентія) и болѣе новую—*гуронскую* (по имени озера Гурона). Лаврентіевскіе гнейсы особенно распространены на сѣверѣ Америки, на Скандинавскомъ полуостровѣ, въ Финляндіи, Олонецкой и Архангельской губерніяхъ и въ Сибири, къ востоку отъ Енисея. Имѣются лаврентіевскія образованія и на югѣ Россіи въ видѣ Днѣпровской кристаллической гряды, которая тянется изъ Волынской губерніи до Воронежской. На Уралѣ также распространены граниты и гнейсы, но возможно, что они принадлежатъ къ болѣе новымъ эпохамъ.

Палеозойская эра. Отложенія ея имѣютъ мощность до 30 километровъ и состоятъ изъ такъ называемыхъ глинистыхъ сланцевъ, известняковъ, песчаниковъ и проч. Въ пластахъ палеозойской эры много изверженныхъ породъ, что указываетъ на усиленную вулканическую дѣятельность этого времени. Эра дѣлится на пять эпохъ; самыя нижнія отложенія относятся къ *кембрійской* эпохѣ (по имени Кембрійскихъ горъ въ Корнвалисѣ), слѣдующія—къ *силурійской* (по имени силуровъ—жителей населявшихъ Уэльсъ въ Англіи), *девонской* (по имени провинціи Девонширъ въ Англіи), *каменноугольной* (по богатству каменнымъ углемъ) и *пермской* (Пермская губернія, гдѣ она особенно хорошо развита).

Въ кембрійскую эпоху продолжались сильная складчатость и дислокаціи земной коры. Въ пластахъ этой эпохи кристаллическое строеніе снизу вверхъ постепенно убываетъ, и все больше выступаютъ *осадочныя* песчано-глинистыя породы. Окаменѣлостей довольно много; изъ нихъ особенно выдѣляются морскія формы, напр. черви, корненожки, губки, медузы, ракообразныя, среди которыхъ преобладаетъ давно вымершій классъ трилобитовъ и проч. Встрѣчаются также отпечатки водорослей. Въ Россіи кембрійскія отложенія изучены въ Прибалтійскомъ краѣ, гдѣ въ основаніи ихъ залегаетъ нѣжная синяя лѣпная глина, обнажающаяся мѣстами въ обрывахъ и въ рѣчныхъ долинахъ, напр., въ долинахъ многихъ рѣкъ, впадающихъ въ Финскій заливъ, также въ основаніи крутого обрыва по южному берегу Финскаго залива (глинта).

Силурійская эпоха обнаруживаетъ богатое развитіе морской животной жизни. Особенно развиты кораллы, а также близкіе къ коралламъ граптолиты, плеченогія, головоногія, пластинчато-жаберныя и брюхоногія. Масса трилобитовъ, но здѣсь они, благодаря богатой фаунѣ, не играютъ большой роли. Въ верхнихъ пластахъ силурійской эпохи являются рыбы. Изъ морскихъ растеній извѣстны водоросли, особенно діатомовыя.

Отложенія силурійской эпохи занимаютъ въ Россіи значительное протяженіе. Они выступаютъ на поверхность въ Эстляндской, Лифляндской и Петербургской губерніяхъ, на Днѣстрѣ, въ Тиманскомъ кряжѣ и въ Сибири.

Все говоритъ за то, что силурійскія отложенія образовались въ замкнутыхъ морскихъ бассейнахъ.

Девонскія отложенія очень распространены въ Европѣ и въ Америкѣ. Въ известковыхъ и песчаниковыхъ отложеніяхъ ихъ много остатковъ рыбъ, нынѣ не существующихъ, изъ которыхъ особенно характерны панцырныя и покрытыя твердою чешуею «ганоидныя» рыбы (къ нимъ относится осетръ). Въ девонскихъ пластахъ, наряду съ водными животными, встрѣчается уже довольно значительное количество обитателей суши: различныя наземныя растенія, нѣкоторыя насѣкомыя, нѣкоторые наземные молюски и проч. Въ европейской Россіи девонскія отложенія занимаютъ южныя части Олонецкой и Петербургской губерній, а также губерніи Новогородскую, Псковскую и др.

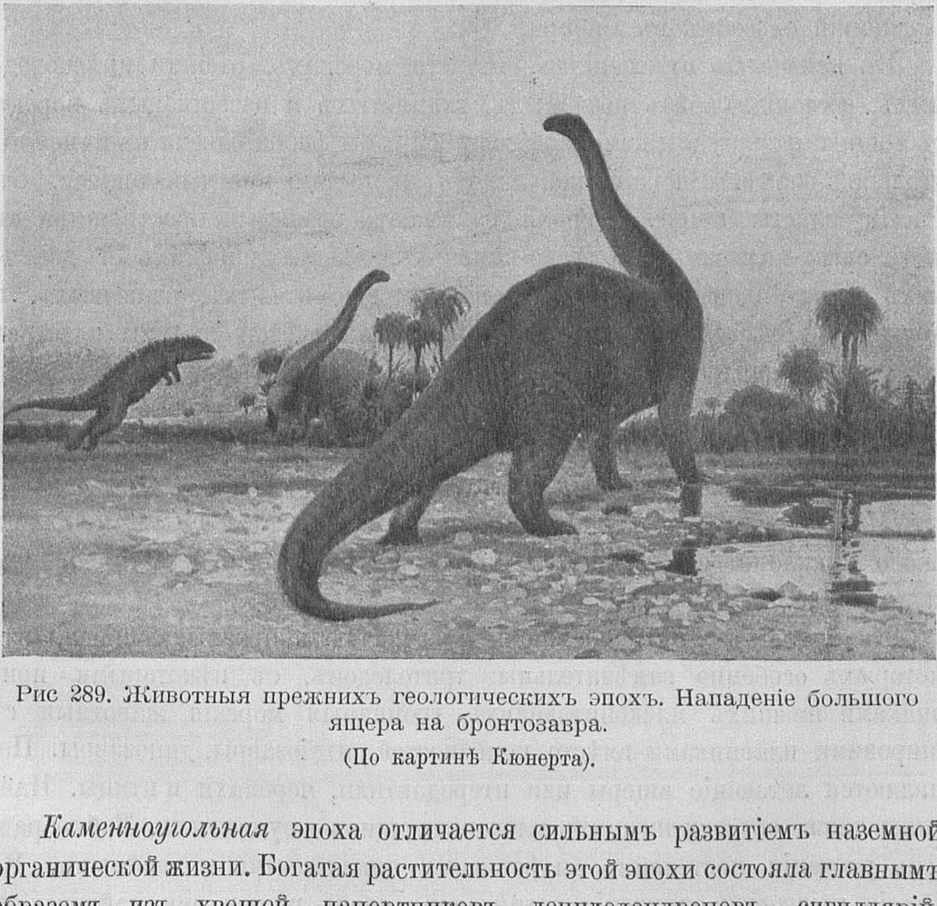


Рис 289. Животныя прежнихъ геологическихъ эпохъ. Нападеніе большого ящера на бронтозавра.

(По картинѣ Кюнерта).

Каменноугольная эпоха отличается сильнымъ развитіемъ наземной органической жизни. Богатая растительность этой эпохи состояла главнымъ образомъ изъ хвощей, папортниковъ, лепидодендроновъ, сигиллярій, хвойныхъ. Изъ сухопутныхъ животныхъ извѣстны многочисленные молюски, тысяченожки, скорпіоны, пауки, различныя насѣкомыя. Трилобиты вымираютъ, но появляются первые представители высокоорганизованныхъ панцырныхъ раковъ. Появляются голые гады. Отложенія каменноугольной эпохи образовались большею частью на сушѣ—въ болотахъ и озерахъ, частью же въ прибрежныхъ частяхъ морей. По временамъ эти отложенія покрывались глинами и песками, приносившимися рѣками. Эти растенія отъ постепеннаго и медленнаго тлѣнія современемъ превратились въ каменный уголь. Мѣстами въ каменноугольныхъ отложеніяхъ встрѣчаются хорошо сохранившіеся стволы деревьевъ въ томъ положеніи, въ которомъ они росли.

Распространеніе каменноугольныхъ пластовъ велико: почти все пространство суши отъ 30° до 70° сѣв. широты въ этомъ періодѣ было покрыто приблизительно одинаковою растительностью, что указываетъ на господство въ эту эпоху равномѣрно влажнаго и болѣе теплаго климата. Въ Россіи примѣрами каменноугольныхъ отложеній могутъ служить: Московскій и Донецкій каменноугольные бассейны, а также Кузнецкій бассейнъ въ Сибири.

Въ *пермскихъ* отложеніяхъ, отчасти морскихъ, отчасти прѣсноводныхъ, состоящихъ изъ песчаныхъ, глинистыхъ и известковыхъ породъ съ мощными залежами каменной соли, фауна и флора близки къ каменноугольной эпохѣ. Впервые появляются настоящіе пресмыкающіеся. Въ Россіи пласты пермской эпохи занимаютъ огромныя пространства въ видѣ окско-волжскихъ, волжско-камскихъ, сѣверо-двинскихъ и донецкихъ песчаниковыхъ, известняковыхъ, доломитовыхъ, гипсовыхъ, и другихъ отложеній. Въ гипсахъ и ангидридахъ этой системы пластовъ нерѣдки пещеры и такъ называемыя «провальныя озера», происшедшія отъ растворенія гипса и ангидрида, напр. Барнуковская пещера въ южной части Нижегородской губерніи и множество мелкихъ озеръ на Уфимскомъ плоскогорьѣ.

Мезозойская эра. Пласты этой эры имѣютъ, въ общемъ, мощность около 3 километровъ. Она дѣлится на три эпохи: *тріасовую*, *юрскую* и *мѣловую*.

Въ пластахъ *тріасовой* эпохи преобладаютъ пресмыкающіеся, изъ которыхъ особенно замѣчательны: тритоледонъ, съ нѣкоторыми признаками низшихъ млекопитающихъ, громадныя морскія животныя съ широкими плавниками вмѣсто конечностей, ихтіозавры, динозавры. Появляются летающіе ящеры или птеродактили, черепахи и птицы. Найдены также остатки низшихъ млекопитающихъ—сумчатыхъ. Тайнобрачныя растенія постепенно вытѣсняются цикладовыми и хвойными. Въ Россіи тріасовыя отложенія встрѣчаются очень рѣдко; они найдены въ Польшѣ и Киргизскихъ степяхъ.

Юрскіе слои, состоящіе изъ известняковъ, мергелей, темныхъ сланцевыхъ глинъ и песчаниковъ, распространены по всей Европѣ. Пресмыкающіеся продолжаютъ играть первенствующую роль. Въ верхнихъ юрскихъ пластахъ найдены остатки древнѣйшей птицы Археоптерикса (Archaeopteryx), у которой хвостъ ящерицы, а зубы и челюсти напоминаютъ пресмыкающихся. Изъ низшихъ животныхъ видную роль играютъ морскіе ежи, аммониты и белемниты. Головоногія исчезаютъ,—

раковины ихъ атрофируются, являются осьминоги. Юрскіе пласты въ Россіи встрѣчаются у Судака въ Крыму, а также въ Кашпурскихъ холмахъ праваго берега Волги, ниже Сызрани, гдѣ они переходятъ въ вышележащіе мѣловые. Юрскіе слои по преимуществу морского происхожденія.

Въ *мѣловомъ* періодѣ особенно богата морская фауна. Впервые появляются змѣи. Птицъ довольно много, и онѣ всѣ съ зубами. Млекопитающихъ до сихъ поръ не находили. Впервые появляются лиственныя деревья. Въ срединѣ мѣлового періода море, повидимому, заливало сѣверъ Германіи, юго-западъ Англіи и сѣверо-западъ Франціи, Венгерскую низменность (Паннонское море), западъ европейской Россіи, послѣ

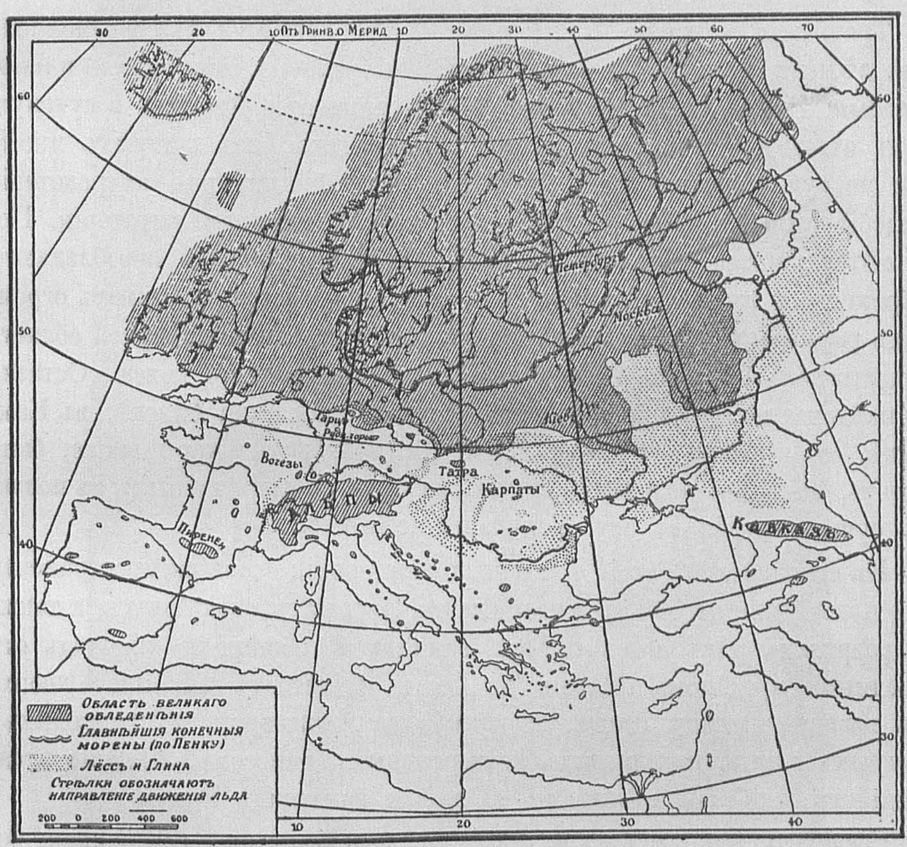

30
20
10 Отъ Гринв. Мерид.
10
20
30
40
50
60
70
60
50
40
30
С. Петербургъ
Москва
Кіевъ
Гарцъ
Рудн. горы
Вогезы
Татра
Карпаты
Альпы
Пиренеи
Кавказъ
Область великаго обледенѣнія
Главнѣйшія конечныя морены (по Пенку)
Лёссъ и Глина
Стрѣлки обозначаютъ направленіе движенія льда
200 0 200 400 600
10
20
30
40

Рис. 290. Карта распространенія льда въ Европѣ во время ледниковаго періода. Темныя пространства на картѣ обозначаютъ распространеніе льда. Огромныя области Европы были окованы этимъ льдомъ и врядъ ли давали пріютъ многимъ живымъ существамъ. То же приходится сказать и о болѣе южныхъ высоколежащихъ странахъ, которыя также были покрыты льдомъ. На краю распространенія льда паслись огромные мамонты и пещерные медвѣди, за которыми дѣятельно охотился ледниковый человѣкъ. Уже въ тѣ времена люди благодаря своему могущественнѣйшему орудію, разуму, были властелинами Земли.

чего (Сеноманскій вѣкъ) мѣловое море постепенно залило южную часть Россіи и шло параллельно Кавказу.

Среди пластовъ мезозойской эры есть и изверженныя породы, но въ меньшемъ количествѣ, чѣмъ въ палеозойскихъ слояхъ. Это указываетъ на ослабленіе вулканической дѣятельности во время этой эры.

Кайнозойская эра. Дѣлится на двѣ эпохи: *третичную* и *четвертичную.*

Третичная эпоха по фаунѣ и флорѣ приближается къ современной. Она дѣлится на періоды: *эоценовый*, *олигоценовый*, *міоценовый* и *пліоценовый.* Эпоха характеризуется господствомъ прибрежныхъ и сухопутныхъ отложеній, множествомъ млекопитающихъ, изъ которыхъ многіе уже не существуютъ, напр. палеотерій (подобіе тапира), антрекотерій (подобіе свиньи), мастодонты (подобіе слона), мамонты, мегатеріи. Появляются первыя обезьяны. Въ концѣ третичнаго періода преобладаютъ современныя животныя. Слоны, носороги, гипопотамы достигаютъ огромныхъ размѣровъ. Въ средне-третичную эпоху въ сѣверо-полярной области существовала обильная флора нынѣшняго умѣреннаго пояса. Остатки ея найдены на Шпицбергенѣ, на Землѣ Гринеля, на Аляскѣ, въ Камчаткѣ, по нижнему теченію Лены. Въ концѣ третичной эпоха, быть можетъ, появился человѣкъ, однако, положительныхъ данныхъ въ пользу его существованія въ эту эпоху еще не найдено.

Въ европейской Россіи третичныя образованія очень распространены. Эоценовые пласты, обнаруживаемые въ буровыхъ скважинахъ, а также въ разрѣзахъ рѣкъ и въ горахъ, занимаютъ обширную площадь отъ западныхъ предѣловъ Польши до Волги и состоятъ отъ низу кверху изъ известковистыхъ глинъ, песковъ (глауконитовыхъ и кварцевыхъ), пестрыхъ глинъ, прикрытыхъ четвертичнымъ наносомъ. Міоценъ представляетъ наибольшее развитіе на югѣ и югозападѣ Россіи.

Переходъ отъ третичной эпохи къ *четвертичой* совершился настолько постепенно, что во многихъ мѣстахъ нѣтъ возможности опредѣлить границы между ними, и можно разсматривать четвертичную эпоху какъ часть третичной (плейстоценъ). Эта четвертичная эпоха, продолжающаяся и понынѣ, характеризуется сухопутными наносами, покрывшими болѣе раннія отложенія.

Къ первой части разсматриваемой четвертичной эпохи относятъ *ледниковый* періодъ, вслѣдъ за которымъ слѣдуетъ наша *современная* эпоха *(аллювій).*

Въ самыхъ древнихъ пластахъ четвертичной эпохи находятся несомнѣнные остатки человѣка, равно какъ доказано существованіе слоновъ, мамонтовъ, сѣвернаго оленя, пещернаго медвѣдя и другихъ жи-

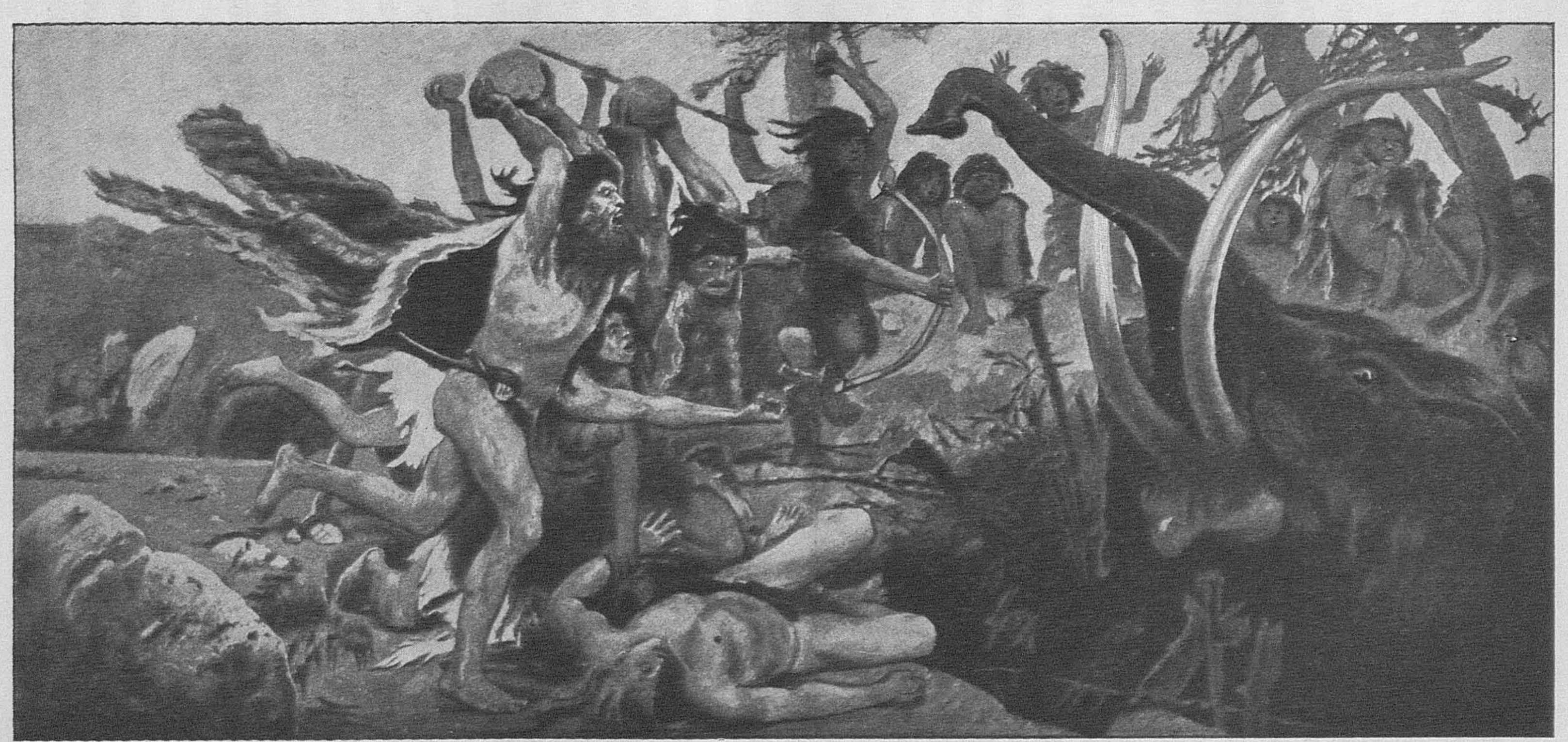


Рис. 291. Охота на мамонта въ доисторической Россіи (Ледниковый періодъ).
По картинѣ В. Васнецова въ Историческомъ музеѣ въ Москвѣ.

вотныхъ. Какъ существа четвертичной эпохи, мы на каждомъ шагу встрѣчаемся, конечно, съ ея отложеніями и происшедшими во время ея новыми образованіями суши. Ледниковый и современный періоды изучены въ особенности хорошо.

Взглядъ, брошенный выше на общую исторію и нѣкоторые процессы землеобразованія, позволяетъ сдѣлать несомнѣнный выводъ, что Земля пережила уже длинную и сложную жизнь, начало которой теряется въ такой отдаленности вѣковъ, о которой врядъ ли когда-либо удастся составить вѣрное представленіе. Несомнѣнно и то, что землеобразовательные процессы нашей планеты еще далеко не закончились. но мы не можемъ пока правильно судить, на прибыль или на убыль идутъ эти жизненные процессы великой матери - Земли. Періодъ своей, быть можетъ, бурной и горячей молодости Земля, по всей вѣроятности, пережила. Не наступила ли пора ея старости и одряхлѣнія? Или, наоборотъ, мы вступаемъ въ эру самаго могущественнаго, благодатнаго и вмѣстѣ уравновѣшеннаго развитія нашей планеты,—въ эру, которую долженъ осмыслить и использовать «вѣнецъ творенія», позже всѣхъ появившійся на лицѣ Земли,—человѣкъ.

Кто знаетъ... Изучая прошлое Земли, возстановляя картины ея прежнихъ переживаній, отмѣчая смѣну явленій, наука не въ силахъ пока установить въ исторіи Земли *причинную* связь, найти въ ходѣ ея развитія тотъ объединяющій законъ, который (подобно хотя бы Ньютонову закону тяготѣнія въ области небесной механики) позволитъ объяснить прошлое, освѣтить настоящее и сдѣлать правдоподобныя заключенія о будущемъ. Пора обобщеній и незыблемыхъ теорій въ геологіи еще не пришла. Еще много надо изучить фактовъ, много построить и разрушить предположеній, пока не постигнется, хотя отчасти, тотъ таинственный и непреложный законъ или тѣ законы, которымъ подчиняются жизнь и развитіе Земли. Найдя и понявъ эти законы, человѣчество, быть можетъ, найдетъ и пойметъ самое себя, увидитъ свое предназначеніе; и слѣпыя, часто трагическія и кровавыя блужданія человѣческаго духа въ поискахъ за «чѣмъ-то» обратятся въ болѣе полезную, цѣлесообразную и сознательную работу.

Заканчивая этимъ очеркъ о Землѣ, бросимъ еще мимолетный взглядъ на упругій панцырь, опоясывающій нашу планету и носящій названіе воздуха, или атмосферы.

Земля оружена воздушной оболочкой, составъ которой въ главныхъ частяхъ (кислородъ, азотъ и аргонъ) остается замѣчательно постояннымъ, независимо, конечно, отъ случайныхъ мѣстныхъ вліяній. Есть основанія думать, что эта воздушная оболочка, въ которой давленіе и температура съ высотою убываютъ, мало по малу переходитъ въ крайне разрѣженную междупланетную среду. Мы можемъ судить о высотѣ лишь тѣхъ слоевъ атмосферы, которые такъ или иначе проявляютъ себя въ физической жизни нашей планеты. Такъ, въ воздушной оболочкѣ на высотѣ 2—3 километровъ находится нижній, а на высотѣ 4—7 километровъ—средній ярусъ облаковъ. На высотѣ 9 и болѣе километровъ несутся верхнія перистыя облака; на высотѣ до 50 километровъ плавала пыль, изверженная въ 1883 году вулканомъ Кракатоа. На высотѣ 66—70 км. находятся настолько плотные еще слои воздуха, что они въ состояніи разсѣивать лучи свѣта и производить явленіе сумерекъ. На высотѣ 80—85 км. парятъ таинственныя серебристыя облака, обратившія на себя въ послѣдніе годы вниманіе ученаго міра; на высотѣ 200—250 и даже 300 километровъ можетъ происходить еще загораніе метеоритовъ (падающія звѣзды). Кольцо полярныхъ сіяній наблюдается на высотѣ 400 км. Во время луннаго затменія 28 января 1888 г. ученый Бедикеръ нашелъ, что уменьшеніе лучеиспусканія началось за 3 минуты до вступленія Луны въ тѣнь Земли, а это указываетъ на существованіе земной атмосферы, толщиною не менѣе 300 км. Половина всей массы земной атмосферы простирается до высоты $5^1/_2$ килом., выше 10 км. остается менѣе одной трети массы, а на высотѣ 100 км. упругость воздуха столь ничтожна, что уравновѣшивается столбомъ ртути высотой всего въ одну тысячную миллиметра.

Объ огромномъ и прямо таки не поддающемся учету значеніи атмосферы въ жизни Земли распространяться не будемъ. Изученіе атмосферы развилось теперь въ большую и чрезвычайно важную науку—*метеорологію*, къ которой и отсылаемъ читателя.

Въ заключеніе замѣтимъ, что авторы нѣкоторыхъ популярныхъ книгъ любятъ рисовать эффектныя и мрачныя картины «конца міра», т. е. конца нашей Земли. Наша прекрасная по многообразію своихъ жизненныхъ проявленій планета постепенно остываетъ, покрывается ледянымъ покровомъ, все живущее постепенно гибнетъ, человѣчество дичаетъ, вымираетъ и т. д. Быть можетъ, все это и вѣрно. Но съ такимъ же правомъ и съ такими же основаніями можно рисовать и совершенно противоположныя картины безпредѣльнаго совершенствованія и великой радости будущей жизни. Положимъ, что мрачныя картины рисуются въ расчетахъ на охлажденіе и угасаніе Солнца, этого несомнѣннаго и притомъ единственнаго источника земной жизни. На чемъ основано, однако, это раздѣляемое многими мнѣніе о несомнѣнномъ остываніи и угасаніи Солнца? На какихъ-либо добытыхъ наукой вполнѣ точныхъ и достовѣрныхъ фактахъ? Нѣтъ! Только на томъ пока, что *умъ отказывается допустить* «безнаказанной» ту безумную расточительность, съ которой Солнце тратитъ свою энергію, посылая ее въ міровое пространство. Пусть такъ. Но много ли извѣстно объ источникахъ пополненія этой энергіи? Много ли извѣстно вообще о природѣ и жизни нашего великолѣпнаго, но загадочнаго центральнаго свѣтила? Читатель, ознакомившійся съ главой, посвященной Солнцу, можетъ, полагаемъ, дать на этотъ вопросъ удовлетворительный отвѣтъ.

«На свѣтѣ есть много такого, другъ Гораціо, о чемъ не снилось нашимъ мудрецамъ»... Пока эти слова великаго поэта не потеряютъ въ значительной степени своей правдивой силы, до тѣхъ поръ вмѣсто размышленій о мрачныхъ картинахъ далекаго будущаго у человѣчества найдется слишкомъ много иной—живой, плодотворной и жизнерадостной работы. И прежде всего—во избѣжаніе ошибочныхъ и скороспѣлыхъ выводовъ—намъ необходимо учиться и... поучаться.

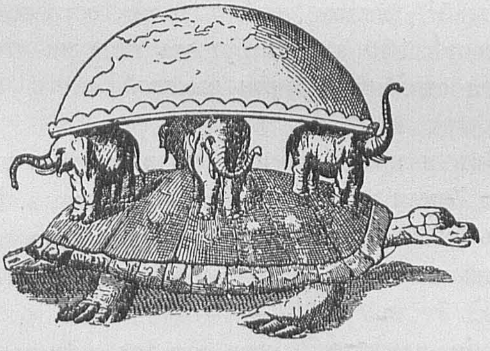


Рис. 292. Земля, поддерживаемая слонами на черепахѣ.

Представленіе о землѣ древнихъ индусовъ.

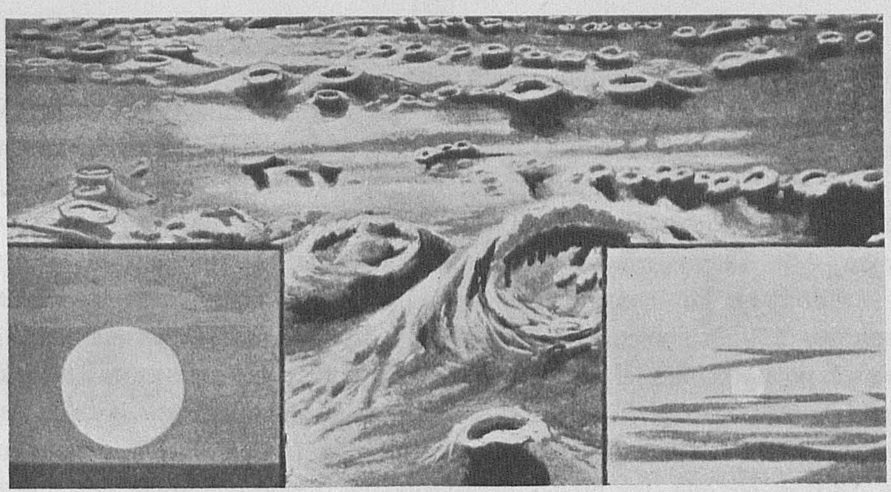


Рис. 293. Видъ лунной поверхности. Въ лѣвомъ и правомъ углу сравнительныя величины земного и луннаго дисковъ: земного съ Луны и луннаго съ Земли.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ.

Разстояніе Луны отъ Земли, ея видимые и истинные размѣры. — О наблюденіяхъ Луны. — Движеніе Луны около Земли. — Лунныя фазы. — Лунный мѣсяцъ. — Сизигіи. — Фазы Земли, наблюдаемыя съ Луны. — Пепельный свѣтъ. — Вращеніе около оси. — Либрація. — Загадочныя уклоненія въ движеніяхъ Луны. — Мнѣніе Ньюкома. — Лунная поверхность, наблюдаемая въ телескопъ: моря, кратеры, горныя цѣпи, борозды (Rillen), свѣтлые лучи. — Объ атмосферѣ и водѣ на Лунѣ. — Предположенія объ образованіи лунной поверхности (гипотезы Фая, Леви и Пюизо). — Приливы и отливы. Роль ихъ въ исторіи развитія системы Земля - Луна по изысканіямъ Джона Дарвина. — Лунныя затменія. — Незаходящая Луна.

Меркурій и Венера не имѣютъ спутниковъ, или, точнѣе говоря,— такихъ спутниковъ, до сихъ поръ не нашли, несмотря на самые тщательные поиски посредствомъ совершеннѣйшихъ современныхъ астрономическихъ приборовъ. Слѣдовательно, считая по порядку разстоянія отъ Солнца, Земля является первой изъ большихъ планетъ, имѣющихъ спутника. Нашъ спутникъ, Луна (по народному *Мѣсяцъ*), какъ легко убѣдиться въ самую слабую трубу, представляетъ собой шаръ, и притомъ шаръ довольно значительныхъ размѣровъ. Истинная величина Луны немногимъ меньше величины Меркурія, а ея видимый на небосклонѣ во время «полнолунія» дискъ равенъ приблизительно видимому солнечному диску. Послѣднее зависитъ, конечно, отъ того, что хотя истинный поперечникъ Луны почти въ 400 разъ меньше истиннаго поперечника Солнца, за то она въ 400 почти разъ къ намъ ближе, а именно, *среднее* разстояніе ея отъ Земли равно 60,2778 земныхъ радіусовъ, т. е. приблизительно 384 400 километрамъ. Разстояніе это въ извѣстныхъ предѣлахъ мѣняется, такъ какъ Луна описываетъ вокругъ Земли эллипсъ, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится Земля, т. е. движеніе ея подчиняется законамъ Кеплера. Наибольшее разстояніе составляетъ около 64 земныхъ радіусовъ, а наименьшее около 56. Эксцентриситетъ лунной орбиты равенъ 0,05 (точнѣе $e = 0{,}05491$). Въ зависимости отъ разстоянія мѣняются и видимые размѣры луннаго диска отъ $29'26''$ до $33'34''$. Зная разстояніе и видимый поперечникъ Луны, можно опредѣлить ея истинные размѣры. Оказывается, что діаметръ Луны равенъ приблизительно 3 482 километрамъ. Отсюда находятъ что лунный діаметръ въ 3,69, поверхность въ 13,6 и объемъ въ 50,15 разъ меньше земныхъ діаметра, поверхности и объема. Масса нашего спутника оказывается приблизительно равной одной восьмидесятой массы Земли, а плотность по сравненію съ плотностью воды равна 3,4.

Приведенныя только что цифры можно нѣсколько освѣтить такими соображеніями. Въ сравненіи съ тѣми разстояніями, о которыхъ приходилось говорить, когда шла рѣчь объ общемъ строеніи и размѣрахъ доступной намъ вселенной, разстояніе Земли отъ Луны прямо-таки ничтожно. Земля со всей орбитой своего спутника умѣстилась бы, какъ знаемъ, въ солнечномъ шарѣ. Но, съ другой стороны, полезно произвести и такой расчетъ: если бы между Луной и Землей былъ желѣзнодорожный путь съ поѣздомъ, проходящимъ безъ остановокъ день и ночь по 60 верстъ въ часъ, то для того, чтобы добраться до Луны, намъ потребовалось бы 250 дней. Слѣдовательно нашъ спутникъ находится отъ насъ не такъ ужъ близко, чтобы было возможно мечтать о «путешествіи на Луну». Тѣмъ не менѣе, благодаря *сравнительной* ея близости, современные могущественные телескопы настолько успѣли въ изученіи ея поверхности, что общія карты Луны лучше имѣющихся въ нашемъ распоряженіи земныхъ картъ. Сильнѣйшія астрономическія трубы приближаютъ къ намъ Луну на растояніе 180 километровъ. Длина въ 30 метровъ при такомъ разстояніи представляется уже точкой; предметы же большихъ размѣровъ доступны изученію. Такимъ образомъ устройство лунной поверхности въ главныхъ чертахъ изучено довольно хорошо. Изучена, конечно, та часть Луны, которую можно наблюдать. Оказывается, что мы не можемъ наблюдать *всю* поверхность Луны, а только немного больше половины этой поверхности, точнѣе 0,6 части ея, что по площади составляетъ около 392 000 квадратныхъ миль, т. е. немногимъ менѣе площади всей Россійской имперіи. Поверхность же всей Луны равняется приблизительно площади Сѣверной и Южной Америкъ вмѣстѣ (около 688 640 квадратныхъ миль).

Недоступность для наблюденій всей поверхности Луны зависитъ отъ особенностей ея движеній.

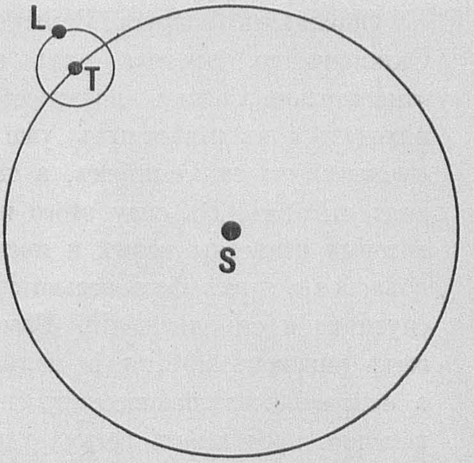


Рис. 294. Солнце, Земля и Луна.

Непосредственныя наблюденія тотчасъ убѣждаютъ, что Луна, какъ и Солнце, имѣетъ суточное движеніе на небѣ, т. е. она восходитъ и заходитъ. Но кромѣ того она имѣетъ и *собственное* движеніе на небесной сферѣ, т. е. измѣняетъ свое положеніе среди звѣздъ. Земля обращается около Солнца по эллиптической орбитѣ, въ одномъ изъ фокусовъ которой находится Солнце. Луна въ свою очередь обращается около Земли по эллипсу, въ одномъ изъ фокусовъ котораго находится Земля. И лунная, и земная орбиты близки къ кругу, такъ что схематическій рисунокъ 294 вполнѣ поясняетъ общее взаимное положеніе Солнца, Земли и Луны въ извѣстный моментъ въ пространствѣ. Когда, обращаясь по эллипсу, Луна подходитъ наиближе къ Землѣ, то говорятъ, что она находится въ *перигеѣ* (греческое *пери* — около и *ге* — Земля) своей орбиты. Она будетъ въ *апогеѣ* (греческое *апо*—отъ и *ге*— Земля) своей обриты при наиболѣе удаленномъ положеніи отъ Земли. Но земной шаръ въ свою очередь совершаетъ годичный оборотъ около Солнца и въ своемъ движеніи увлекаетъ спутника. Поэтому орбита Луны въ пространствѣ представляетъ собственно не эллипсъ, а сложную волнообразную кривую, понятіе о которой даетъ рисунокъ 295. Линія начерченная на этомъ рисункѣ пунктиромъ, обозначаетъ орбиту Земли. Точки на волнообразной орбитѣ Луны соотвѣтствуютъ моментамъ ея такъ называемаго *новолунія*, о которомъ сейчасъ будетъ рѣчь.

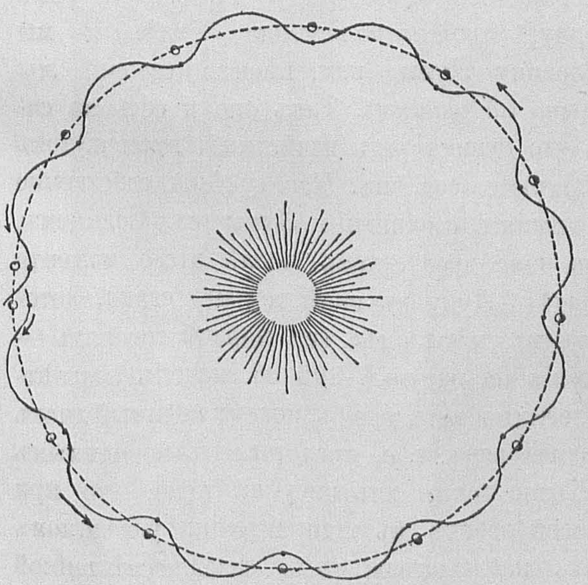


Рис. 295. Волнообразная орбита Луны въ пространствѣ.

Обращаясь вокругъ Земли, Луна то становится между Землей и Солнцемъ, то, проходя рядъ промежуточныхъ положеній, становится относительно Солнца «по ту сторону» Земли. Словомъ, Луна можетъ находиться въ извѣстныхъ уже намъ (стр. 294) *противостояніяхъ* и *соединеніяхъ* съ Солнцемъ, а также въ такъ называемыхъ *квадратурахъ* съ нимъ. Въ силу этого происходятъ тѣ измѣненія вида Луны, которыя извѣстны всѣмъ и носятъ названіе лунныхъ *фазъ*. Правильное объясненіе этихъ фазъ весьма способствуетъ пониманію природы нашего спутника и его движеній. Разобраться въ вопросѣ наилучше поможетъ рисунокъ 296, гдѣ налѣво представлена система Земля-Луна, а направо—освѣщающее эту систему Солнце, которое читатель долженъ конечно, представить весьма удаленнымъ. Солнечные лучи падаютъ на Луну и постоянно освѣщаютъ ту ея половину, которая обращена къ Солнцу, какъ это и изображено на рис. 296. Внутри круга «пути Луны» на этомъ рисункѣ нарисована Луна такъ, какъ она *представляется* намъ въ различное время въ зависимости отъ своего положенія относительно Земли и Солнца. Если Луна находится какъ разъ между Солнцемъ и Землей (см. рис.), то она должна наблюдаться на томъ же мѣстѣ, гдѣ Солнце, и вмѣстѣ съ послѣднимъ восходитъ и заходитъ.

Это время и называется *новолуніемъ*. Предполагая, что Луна, подобно другимъ небеснымъ тѣламъ, имѣетъ форму шара, и что она не свѣтитъ собственнымъ свѣтомъ, а только посылаетъ отраженный солнечный свѣтъ, мы должны заключить, что во время новолунія освѣщенное полушаріе Луны, обращенное къ Солнцу, вмѣстѣ съ тѣмъ будетъ обращено въ сторону, *противоположную* Землѣ, и мы увидимъ только темную половину Луны, или, вѣрнѣе говоря, *мы въ это время Луны совершенно не увидимъ*. Такъ оно и есть на самомъ дѣлѣ. Всѣмъ извѣстно, что существуетъ извѣстный промежутокъ времени, когда Луны не наблюдается совсѣмъ. *Новолуніемъ*, собственно говоря, называется моментъ нижняго соединенія Луны съ Солнцемъ. Но проходитъ приблизительно еще двое сутокъ послѣ этого момента прежде, чѣмъ мы можемъ увидѣть Луну въ видѣ тонкаго серпа, который мы и называемъ «молодымъ мѣсяцемъ» (въ народѣ говорятъ — «молодикъ»). Моментъ новолунія на рисункѣ 296 обозначенъ соотвѣтственной надписью. Читатель легко пойметъ теперь, почему видимый дискъ Луны въ этотъ моментъ заштрихованъ, т. е. представленъ невидимымъ для наблюдателя съ Земли. Точно также изъ рисунка ясно, что при дальнѣйшемъ движеніи по своей орбитѣ въ направленіи, указанномъ стрѣлкой, Луна уже покажетъ наблюдателю часть своей освѣщенной поверхности, которая имѣетъ серповидную форму вслѣдствіе шарообразности нашего спутника. Рога серпа всегда обращены въ сторону про-

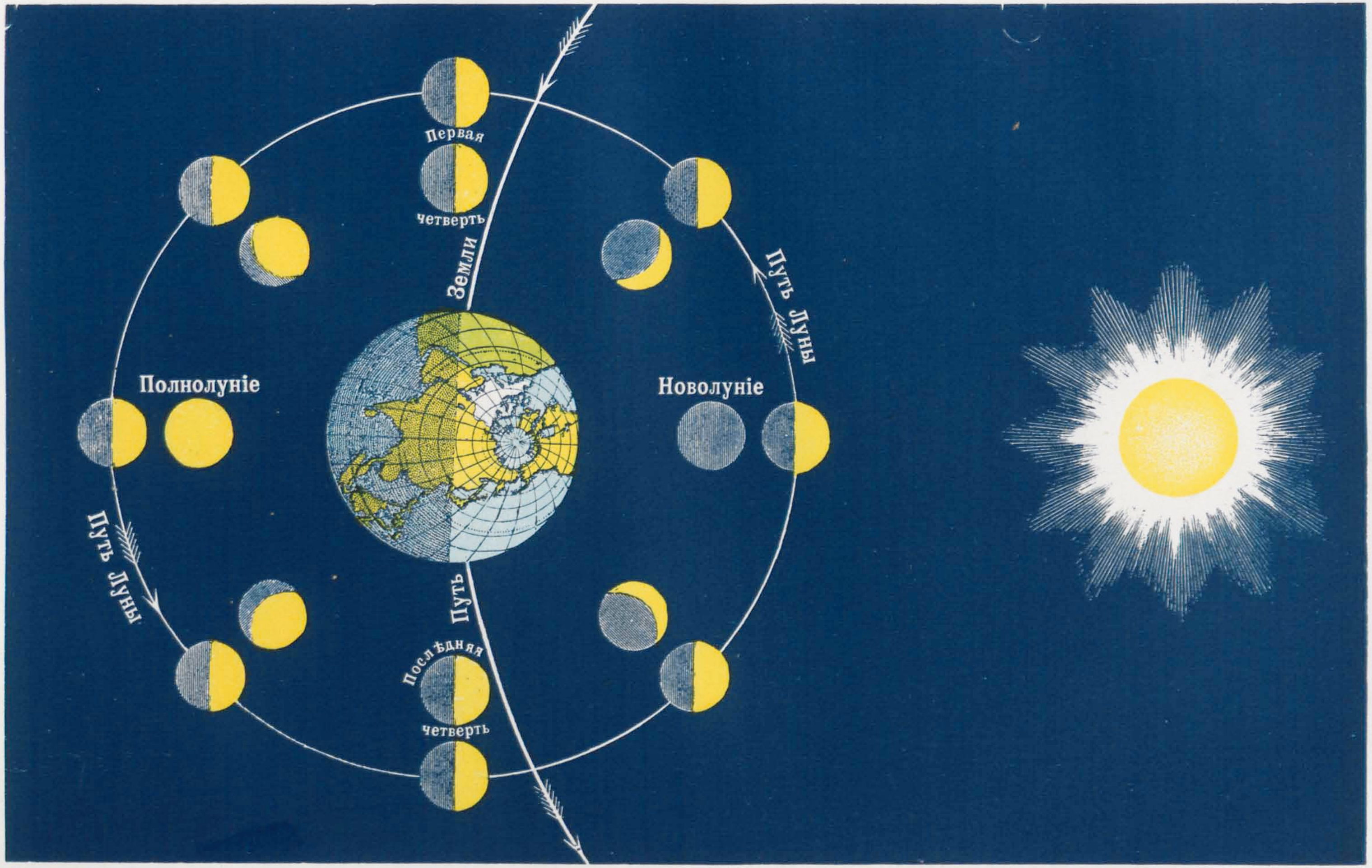

Первая
четверть
Земли
Путь Луны
Полнолуніе
Новолуніе
Путь Луны
Путь
Послѣдняя
четверть

Рис. 296. Объясненіе фазъ Луны.

тивоположную Солнцу, т. е. къ востоку или влѣво. Въ это время Луна восходитъ утромъ послѣ восхода Солнца и видна послѣ полудня и вечеромъ. Черезъ меридіанъ мѣста наблюденія она проходитъ между полуднемъ и шестью часами вечера, каждый день приблизительно на 50 минутъ позднѣе, чѣмъ наканунѣ. Очень узкій вначалѣ, ея серпъ все утолщается.

Продолжая обращеніе около Земли, Луна приблизительно черезъ $7^1/_2$ дней послѣ новолунія описываетъ такую часть своего пути, что приходитъ въ положеніе, которое называется *первой четвертью* (или первой «квадратурой» см. рис. 296 и 297). Въ этомъ положеніи къ Землѣ обращена половина освѣщеннаго полушарія и половина неосвѣщеннаго, такъ что Луна представляется находящемуся на Землѣ наблюдателю въ видѣ полукруга. Прежній серпъ, который можно было наблюдать вскорѣ послѣ новолунія, съ теченіемъ времени дѣлался, какъ сказано, все шире, при чемъ вогнутое пространство постепенно заполнялось свѣтомъ, пока, наконецъ, внутренняя кривая вогнутая линія не обратилась въ прямую, именно въ діаметръ Луны. Во время первой четверти Луна въ нашихъ сѣверныхъ широтахъ имѣетъ видъ латинской буквы *D*. Такъ какъ въ это время она находится на 90° (квадратура) къ востоку отъ Солнца, то она восходитъ черезъ 6 часовъ послѣ Солнца или приблизительно въ полдень, заходитъ же около полуночи и, слѣдовательно, освѣщаетъ только начало ночи, а послѣ полуночи дѣлается уже невидимой.

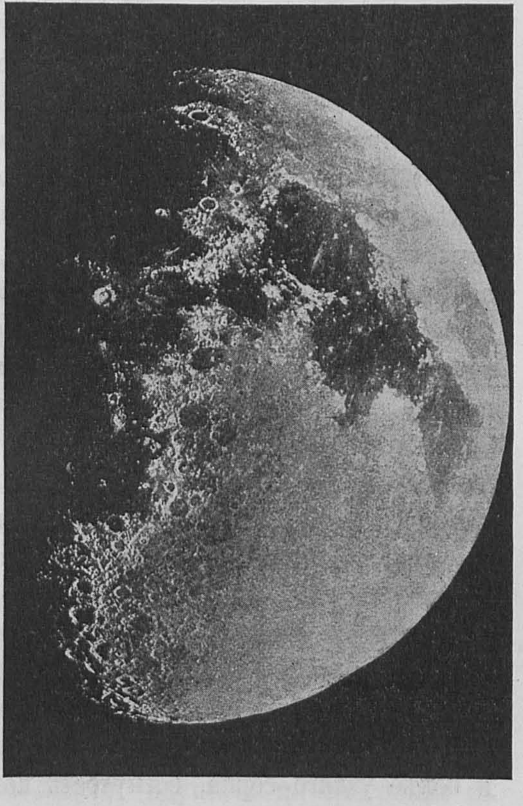


Рис. 297. Луна въ 1-й четверти. По фотографіи Леви и Пюизо 6 марта 1895 г.

Приблизительно черезъ $7^1/_2$ дней послѣ первой четверти Луна приходитъ въ такое положеніе, при которомъ обращенное къ Солнцу освѣщенное полушаріе всецѣло обращено также и къ Землѣ (см. рис. 296). Это положеніе Луны называется *полнолуніемъ*. Въ это время наблюдателю, находящемуся на Землѣ, Луна представляется въ видѣ полнаго освѣщеннаго круга. Луна занимаетъ въ это время на небѣ положеніе, прямо противоположное Солнцу, т. е. находится въ противостояніи съ нимъ. Она восходитъ въ моментъ захода Солнца, а заходитъ въ моментъ его восхода. Значитъ, во время полнолунія Луна видима въ теченіе цѣлой ночи.

При дальнѣйшемъ движеніи Луны по орбитѣ къ наблюдателю, находящемуся на Землѣ, постепенно будетъ обращаться все большая и большая часть темнаго полушарія Луны. Теперь неосвѣщенная часть будетъ находиться съ правой стороны, и это будетъ продолжаться до тѣхъ поръ, пока, наконецъ, къ Землѣ не будетъ обращена ровно половина освѣщеннаго полушарія и половина неосвѣщеннаго. При этомъ положеніи, которое называется *послѣдней четвертью* (вторая «квадратура»), Луна, какъ и во время первой четверти, представляется въ видѣ полукруга, съ тою только разницей, что выпуклость въ этомъ случаѣ находится съ лѣвой стороны, между тѣмъ какъ во время первой четверти она находилась съ правой. Такъ какъ во время послѣдней четверти Луна отстоитъ на 90° къ западу отъ Солнца, то она восходитъ за шесть часовъ до его восхода или приблизительно въ полночь, а заходитъ въ полдень. Слѣдовательно, послѣ полнолунія первые часы ночи остаются безъ луннаго освѣщенія, между тѣмъ какъ до полнолунія освѣщается именно начало ночи. Поэтому послѣ новолунія мы видимъ Луну все раньше и раньше въ теченіе вечернихъ часовъ на западной части неба; послѣ же полнолунія мы видимъ ее на восточной сторонѣ неба все позже и позже сначала въ теченіе ночныхъ, а затѣмъ въ теченіе утреннихъ часовъ.

При дальнѣйшемъ движеніи Луны съ запада на востокъ, темная часть на восточномъ краѣ луннаго диска дѣлается все больше и больше, и освѣщенная лѣвая сторона этого диска принимаетъ видъ все болѣе и болѣе узкаго серпа, вогнутость котораго обращена въ этомъ случаѣ въ правую сторону или къ западу, и Луна имѣетъ видъ буквы *С*. Чѣмъ больше приближается Луна къ Солнцу съ западной стороны, тѣмъ больше уменьшается ширина ея свѣтлаго серпа, и, наконецъ, когда Луна находится въ той же части неба, гдѣ и Солнце, этотъ серпъ совершенно исчезаетъ. Луна снова вступаетъ въ моментъ новолунія, снова дѣлается невидимой и начинается опять періодъ, въ теченіе котораго всѣ фазы Луны повторяются въ томъ же порядкѣ, какъ только что изложено.

Время отъ одного полнолунія до другого составляетъ приблизительно 29 сутокъ и 13 часовъ (точнѣе — 29 сут. 12 час. 44 м. 2,9 сек.). Этотъ такъ называемый *лунный мѣсяцъ* есть, очевидно, время *сино-*

дическаго (стр. 302) обращенія Луны. Время же дѣйствительнаго ея обращенія (сидерическаго) вокругъ Земли нѣсколько меньше, а именно—оно равно 27 суткамъ и 8 часамъ. Разницу легко объяснить, принявъ во вниманіе движеніе Земли вокругъ Солнца. На рисункѣ 298 *AC* представляетъ нѣкоторую часть орбиты Земли. Пусть въ извѣстный моментъ Земля находится въ точкѣ *E* (см. рис. 298), а Луна въ точкѣ *M* между Землею и Солнцемъ. Черезъ двадцать семь сутокъ восемь часовъ Земля перенесется изъ *E* въ *F*. Пока Земля будетъ проходить это пространство, Луна, двигаясь по своей орбитѣ въ направленіи стрѣлокъ, достигнетъ точки *N*. Въ тотъ моментъ, когда линіи *EM* и *FN* станутъ параллельными другъ другу, Луна закончитъ полный оборотъ и будетъ казаться на томъ же самомъ мѣстѣ между звѣздами, что и въ началѣ. Но Солнце теперь находится въ направленіи *F*—Солнце. Поэтому Луна до соединенія съ Солнцемъ должна двигаться еще дальше. На это требуется еще около двухъ сутокъ, такъ что весь періодъ между двумя новолуніями составляетъ приблизительно $29^1/_2$ сутокъ.

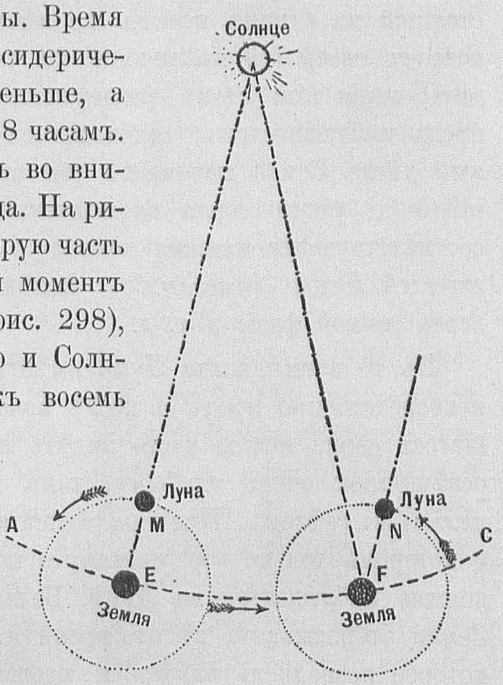


Рис. 298. Объясненіе звѣзднаго и синодическаго обращенія Луны.

Отмѣтимъ здѣсь же, что соединенія и противостоянія Луны съ Солнцемъ носятъ названіе *сизигій.* Быть можетъ, также читателю интересно будетъ обратить вниманіе и на то, что наша Земля, наблюдаемая съ Луны, тоже даетъ явленіе *фазъ Земли*, идущихъ по сравненію съ лунными въ обратномъ порядкѣ. Взявъ рис. 296 и перенесшись мысленно на поверхность Луны, читатель тотчасъ сообразитъ, напр., что когда у насъ наблюдается новолуніе, то Земля относительно Луны находится въ противостояніи съ Солнцемъ. Слѣдовательно, съ поверхности нашего спутника въ это время наблюдается «*полноземліе*». По всей вѣроятности, это явленіе представляетъ величественную и красивую картину, такъ какъ видимый съ Луны дискъ Земли болѣе чѣмъ въ 13 разъ превышаетъ наблюдаемый нами лунный дискъ. Этотъ огромный земной дискъ свѣтитъ отраженнымъ солнечнымъ свѣтомъ, ярко озаряя своеобразный лунный ландшафтъ. Особенность явленія состоитъ еще въ томъ, что съ любого мѣста Луны, какъ будетъ пояснено ниже, Земля кажется неподвижно стоящей на одномъ и томъ же мѣстѣ небосвода и лишь обращающейся вокругъ своей оси въ теченіе 24 часовъ. Предоставляемъ читателю судить, какія при этомъ развертываются картины земной поверхности предъ наблюдателемъ, находящимся на Лунѣ. Вслѣдъ затѣмъ огромный дискъ Земли начинаетъ убывать до тѣхъ поръ пока, пройдя всѣ стадіи до узкаго серпа включительно, не скроется совсѣмъ, и во время, соотвѣтствующее нашему полнолунію, не наступитъ для воображаемыхъ жителей Луны «*новоземліе*». Вслѣдъ затѣмъ начинается первая четверть земной фазы и т. д.

Въ то время, когда Луна имѣетъ видъ очень узкаго серпа, т. е. непосредственно предъ и послѣ новолунія, помимо этого узкаго свѣтящагося серпа можно часто видѣть и остальную часть луннаго диска, освѣщенною очень слабымъ, такъ называемымъ, по его окраскѣ, *пепельнымъ* свѣтомъ. Причина явленія заключается въ томъ *полноземліи*, о которомъ только что упомянуто и которое въ разсматриваемое время должно наблюдаться на Лунѣ. Большой и всецѣло освѣщенный дискъ Земли отбрасываетъ въ это время на спутника такое количество свѣта, которое позволяетъ видѣть и неосвѣщенную Солнцемъ часть лунной поверхности. Это правильное объясненіе пепельнаго свѣта Луны далъ впервые Леонардо да Винчи.

Помимо обращенія около Земли и Солнца Луна, какъ и другія небесныя тѣла, имѣетъ еще вращеніе около своей оси. Это доказывается прежде всего тѣмъ, что на ея поверхности даже невооруженнымъ глазомъ можно замѣтить сѣроватыя пятна, которыя сохраняютъ вполнѣ неизмѣнныя относительныя положенія и существуютъ постоянно, а потому должны быть разсматриваемы какъ неровности твердой поверхности Луны, въ чемъ наблюдателя окончательно убѣждаетъ телескопъ. Пятна эти сохраняютъ совершенно неизмѣнныя положенія относительно центра Луны, какою мы ее видимъ. Это выражаютъ, говоря, что *Луна обращена къ намъ всегда одной и той же стороной.* Отсюда необходимо слѣдуетъ выводъ, что она *вращается около своей оси* и притомъ полный свой оборотъ дѣлаетъ въ то самое время, въ которое она обращается вокругъ Земли, т. е. во время своего сидерическаго (звѣзднаго) обращенія.

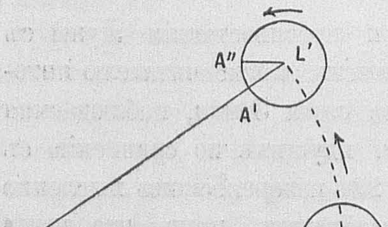


Рис. 299. Вращеніе Луны около своей оси.

Чтобы доказать это вращеніе, разсмотримъ нѣкоторую точку A лунной поверхности (см. рис. 299), видимую съ Земли по направленію TL въ нѣкоторый моментъ. Въ нѣкоторый другой моментъ, когда Луна находится уже въ L', ту же точку A мы опять таки видимъ въ A' по направленію TL', соединяющему глазъ наблюдателя съ центромъ Луны. Это потому, что Луна за это время успѣла повернуться на нѣкоторый уголъ около своей оси. Если бы въ продолженіе промежутка времени, раздѣляющаго два наблюденія, Луна не вращалась около самой себя, то точка A пришла бы въ A'' (конецъ радіуса $L'A''$, параллельнаго TL). Значитъ, нужно, чтобы Луна повернулась въ направленіи, указанномъ стрѣлкою, на уголъ $A''L'A'$, равный углу LTL', на который перемѣстилась Луна въ своемъ движеніи вокругъ Земли. Притомъ это движеніе необходимо должно произойти около оси, перпендикулярной къ плоскости LTL' лунной орбиты, и очевидно, что Луна совершитъ полный оборотъ около этой оси во время одного своего звѣзднаго оборота, т. е. приблизительно въ 27 сутокъ и 8 часовъ.

Итакъ, мы необходимо должны придти къ выводу, что *Луна вращается равномѣрно около своей оси, и что время полнаго ея оборота (или періодъ вращенія) равно звѣздному обороту ея.* Если бы послѣднее равенство было не вполнѣ точно, если бы существовала какая-нибудь, хотя самая малая разность между временами звѣзднаго оборота и періодомъ вращенія, то по истеченіи достаточно большого времени мы непремѣнно увидали бы, всѣ части лунной поверхности. Между тѣмъ самыя древнія наблюденія доказываютъ, что Луну всегда видѣли такой, какова она сейчасъ.

Такъ какъ Луна совершаетъ полный оборотъ вокругъ Земли въ то же время, въ которое она совершаетъ полный оборотъ около своей оси, и такъ какъ поэтому всякая точка лунной поверхности, видимая съ Земли, всегда остается обращенной къ Землѣ, какъ будто Луна неизмѣнно соединена съ Землей твердой связью, то жителямъ Луны, если бы такіе были, пока они не мѣняютъ своего мѣстонахожденія, Земля должна представляться стоящей на небѣ неподвижно постоянно въ одномъ и томъ же разстояніи отъ ихъ зенита. Жители центральныхъ частей обращеннаго къ намъ полушарія Луны видѣли бы Землю постоянно въ зенитѣ. Жители странъ, лежащихъ около края луннаго диска, видѣли бы нашу планету постоянно вблизи горизонта: Солнце, планеты и всѣ остальныя небесныя свѣтила для любой точки лунной поверхности восходятъ и заходятъ по одному разу въ теченіе каждыхъ 14 или 15 нашихъ дней. Земля же никогда не восходитъ и не заходитъ. Видимые размѣры Земли, усматриваемой съ Луны, въ 13 разъ больше видимыхъ размѣровъ Луны, усматриваемой съ Земли, и этотъ огромный

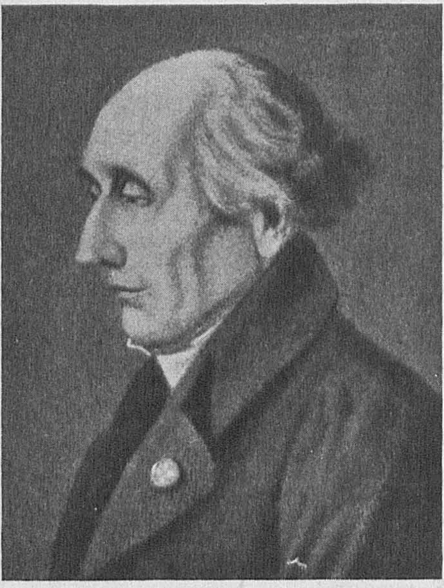


Рис. 300. Лагранжъ.

дискъ постоянно занимаетъ на лунномъ небѣ одно и то же неизмѣнное положеніе, то исчезая, то появляясь, проходя черезъ фазы, и въ то же время всѣ остальныя свѣтила и само Солнце въ теченіе $29^1/_2$ нашихъ сутокъ описываютъ полные круги около этого земного диска и ежедневно видимымъ образомъ удаляются отъ него на 13° къ западу. Словомъ, небо Луны для ея жителей, если бы, повторяемъ, таковые были, представляетъ интересное и удивительное зрѣлище. Но такой видъ лунное небо имѣетъ только для стороны Луны, обращенной къ Землѣ. Другое полушаріе нашего спутника вѣчно обращено въ сторону, противоположную Землѣ, и послѣдняя тамъ никогда невидима.

Время вращенія Луны около собственной оси равно времени ея обращенія вокругъ Земли. Поэтому къ намъ постоянно обращена одна и та же часть лунной поверхности. Если бы, вдобавокъ, Луна обращалась около Земли по правильной круговой орбитѣ, то мы видѣли бы равно половину лунной поверхности. Но орбита Луны есть эллипсъ, поэтому, двигаясь по такой «вытянутой» кривой, Луна въ дѣйствительности показываетъ намъ нѣсколько болѣе половины своей поверхности. Въ извѣстные промежутки времени можно видѣть на правомъ краю Луны невидимыя раньше части ея поверхности. Но въ то же время на лѣвомъ краю исчезаютъ части, которыя наблюдались передъ этимъ; и наоборотъ. Кромѣ того орбита Луны наклонена подъ угломъ пяти градусовъ къ плоскости орбиты Земли, т. е. къ эклиптикѣ. Поэтому въ извѣстное время происходитъ исчезновеніе и появленіе частей лунной поверхности, расположенныхъ около полюсовъ нашего спутника. Эти исчезновенія и появленія извѣстныхъ частей поверхности Луны производятъ впечатлѣніе «колебаній», будто бы, лунной оси, вслѣдствіе чего явленіе получило названіе *либраціи*. Въ силу этой либраціи нашимъ наблюденіямъ доступна не половина лунной поверхности, а нѣсколько больше,—именно приблизительно шесть десятыхъ частей ея. Явленіе либраціи было подвергнуто обстоятельному математическому изслѣдованію Лапласомъ и въ особенности знаменитымъ математикомъ Лагранжемъ, а вслѣдъ за ними и по наши дни либрація, какъ и всѣ вообще видимыя и истинныя движенія Луны, составляетъ предметъ постоянныхъ теоретическихъ и практическихъ изслѣдованій. Здѣсь кстати будетъ по этому поводу сдѣлать общее и для теоріи движеній Луны важное замѣчаніе.

Какъ самое къ намъ близкое, а послѣ Солнца и самое замѣтное свѣтило, Луна съ глубочайшей древности приковывала вниманіе человѣчества. Изученіе ея движеній,—можно смѣло утверждать это,—началось съ тѣхъ поръ, какъ человѣкъ обратилъ къ небу сознательный взоръ. Времяисчисленіе, напримѣръ, всѣхъ странъ и народовъ Земли исходитъ изъ наблюденій лунныхъ фазъ и движеній. Но оставимъ древность и возьмемъ новѣйшія времена. Ньютонъ, напримѣръ, устанавливая великій законъ всемірнаго тяготѣнія, обосновывался на выводахъ относительно массы Луны и ея движеній. Послѣ него рядъ величайшихъ и остроумнѣйшихъ математиковъ, какъ Даламберъ, Клеро, Лапласъ, Лагранжъ, Эйлеръ, Плана, Дамуазо, Ганзенъ, Ньюкомъ и многіе другіе расширили и усовершенствовали способы математическихъ изысканій.

Въ то же самое время великія свѣтила чистой астрономіи довели точность наблюденій до высочайшей степени. Результатомъ всѣхъ этихъ усилій явилось, можно сказать, полное согласіе наблюденій съ теоріей во всѣхъ областяхъ небесной механики... кромѣ двухъ случаевъ.

Объ одномъ изъ нихъ намъ уже приходилось говорить: это необъяснимыя теоріей уклоненія въ наблюдаемыхъ движеніяхъ Меркурія. Другой случай загадочныхъ уклоненій въ движеніяхъ представляетъ Луна. А между тѣмъ, повторяемъ, разработка теоріи движеній нашего спутника въ послѣднія два столѣтія доведена до совершенства. Но совершенство теоріи въ связи съ неменьшимъ совершенствомъ наблюденій тѣмъ болѣе обнаруживаютъ ихъ взаимное несогласіе, какъ бы это несогласіе ни казалось съ виду незначительно.

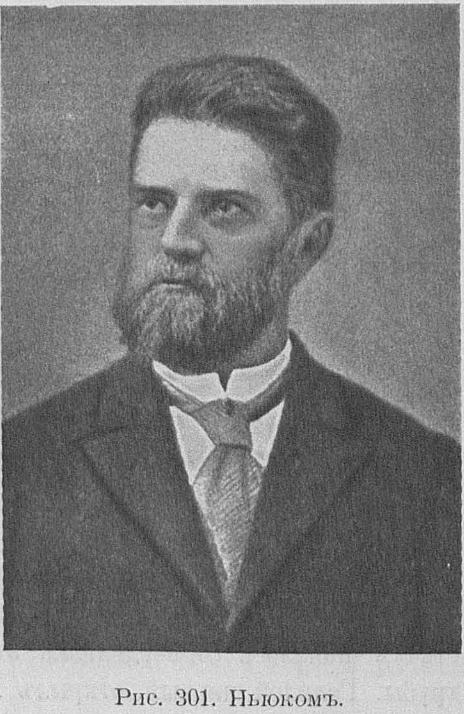


Рис. 301. Ньюкомъ.

Теоріей движенія Луны въ самое послѣднее время занимался знаменитый американскій астрономъ Ньюкомъ (умеръ въ 1909 году). Въ докладѣ на IV-мъ международномъ конгрессѣ въ Римѣ и въ статьѣ, напечатанной за нѣсколько мѣсяцевъ до своей смерти въ ученомъ журналѣ, онъ подводитъ итогъ своимъ работамъ въ области изученія Луны до самаго послѣдняго времени. Подвергнувъ теоретической обработкѣ наблюденія надъ Луной, начиная съ 1620 года вплоть до настоящаго времени, Ньюкомъ нашелъ хотя и незначительныя, но несомнѣнныя уклоненія дѣйствительныхъ движеній Луны отъ вычисленныхъ на основаніи теоріи. И при томъ уклоненія эти носятъ довольно таки причудливый характеръ. Эти «неправильности» въ движеніи нашего спутника Ньюкомъ считаетъ самымъ загадочнымъ явленіемъ среди небесныхъ движеній. Ни предположеніе объ измѣнчивости длины земныхъ сутокъ, ни теорія приливовъ въ ея современномъ состояніи, о чемъ еще будетъ рѣчь, по мнѣнію знаменитаго ученаго, не могутъ объяснить этихъ неправильностей. Возможно, что здѣсь наука встрѣчается съ дѣйствіемъ какой-то неизвѣстной силы, о сущности и законѣ дѣйствія которой сейчасъ еще нельзя составить никакого представленія. Результатъ, къ которому приходитъ Ньюкомъ, можетъ показаться неутѣшительнымъ: мы не можемъ въ настоящее время предсказать будущее движеніе Луны съ точностью, удовлетворящей современнаго астронома.

Будемъ все же помнить въ данномъ случаѣ то, что говоритъ обыкновенно исторія науки. Она говоритъ о томъ, что несогласіе между опытомъ и теоріей всегда ведетъ къ еще болѣе тщательному изученію явленій, къ новымъ открытіямъ и усовершенствованіямъ теорій. Быть можетъ, и сейчасъ мы находимся наканунѣ великихъ открытій.

Наблюденія простымъ глазомъ убѣждаютъ въ неравномѣрности освѣщенія различныхъ частей лунной поверхности. Каждому извѣстны сѣрыя или даже темныя «пятна» на Лунѣ и наряду съ ними болѣе освѣщенныя, блестящія мѣста. Всмотрѣвшись, нетрудно замѣтить, напримѣръ, что въ сѣверной (верхней) половинѣ луннаго диска пятенъ больше, чѣмъ въ южной. За то въ этой послѣдней есть много отдѣльныхъ блестящихъ точекъ. Одна изъ нихъ, въ нижней части диска, во время полнолунія прямо таки бросается въ глаза: это такъ называемый «кратеръ» Тихо Браге.

Но само собой разумѣется, что болѣе надежное изученіе лунной поверхности и болѣе вѣроятныя заключенія о ея физическихъ свойствахъ началось со введеніемъ въ научный обиходъ астрономической трубы. Галилей первый открылъ лунныя горы, первый пытался опредѣлить ихъ высоту, и онъ же составилъ первую, хотя и несовершенную, карту лунной поверхности. Вслѣдъ затѣмъ селенографія (описаніе Луны) пошла быстрыми шагами впередъ, начиная съ Гевелія, Шретера, Лормана, Беера, Медлера, Шмидта и вплоть до нашихъ дней, когда доступная астрономическимъ наблюденіямъ часть лунной поверхности изучена лучше поверхности Земли.

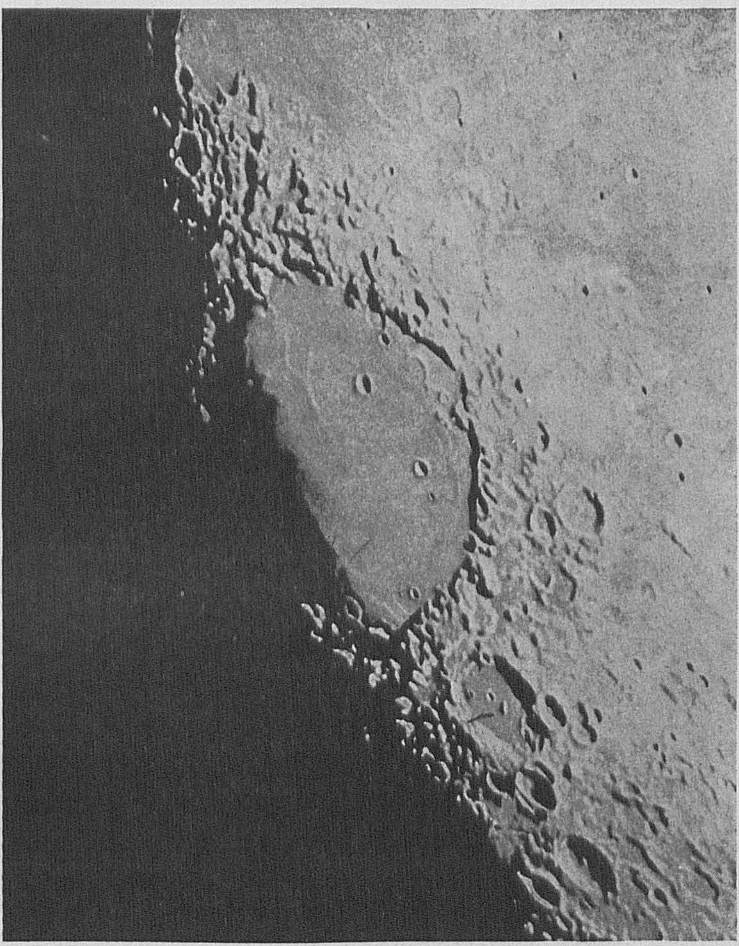


Рис. 302. Mare crisium на Лунѣ.
По фотографіи обсерваторіи Лика.

Поверхность нашего спутника поражаетъ своеобразіемъ и загадочностью наблюдаемыхъ тамъ образованій. Лунныя образованія обыкновенно дѣлятся на пять группъ: 1) *Моря*, или вѣрнѣе *долины*, 2) такъ называемые *кратеры*, или *цирки*, 3) *горныя цѣпи*, 4) *борозды* (Rillen), 5) свѣтлые *лучи*, начинающіеся у подножія иныхъ горъ и расходящіеся по поверхности Луны.

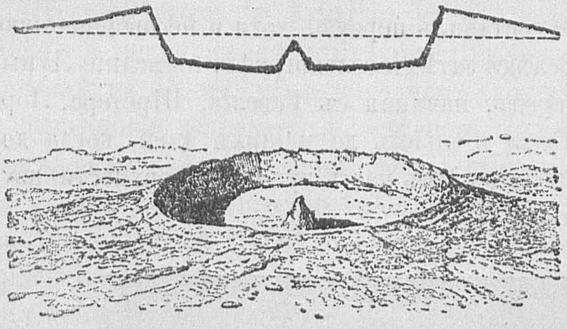


Рис. 303. Схематическое изображеніе луннаго «кратера» или «цирка». Пунктирная линія въ поперечномъ разрѣзѣ подобнаго кратера представляетъ общую поверхность Луны.

Обширныя сѣрыя и темныя пространства на лунной поверхности считалъ и назвалъ *морями* Кеплеръ. Съ тѣхъ поръ это названіе и удержалось за ними, хотя дальнѣйшія наблюденія несомнѣнно доказали полное отсутствіе водныхъ бассейновъ на поверхности Луны. «Моря» — это въ сущности лунныя *равнины*, болѣе или менѣе неровныя площади, образчикомъ которыхъ можетъ служить *Mare crisium*, данное здѣсь на рисункѣ 302. Эти-то моря и образуютъ тѣ лунныя пятна, которыя замѣтны невооруженному глазу. На сравнительно ровной поверхности «морей» (равнинъ) по временамъ встрѣчаются отдѣльныя *кольцеобразныя* горы, невысокія, сами по себѣ, но съ основаніями (подошвами) часто довольно значительными. На Землѣ горъ подобной формы нѣтъ.

Цвѣтъ морей сѣрый, но въ хорошія трубы въ нихъ замѣтенъ и зеленоватый оттѣнокъ—въ особенноети этотъ оттѣнокъ ясенъ въ *Mare serenitatis* и *Mare humorum*, окруженныхъ со всѣхъ сторонъ горными образованіями. Лунныя моря-равнины занимаютъ около двухъ пятыхъ видимой поверхности Луны и расположены главнымъ образомъ въ сѣверо-восточной части ея видимаго диска.

Многочисленныя отдѣльныя горы Луны очень часто имѣютъ видъ *кольца* и носятъ названіе *кратеровъ*. Слѣдуетъ, однако, всегда имѣть въ виду, что видъ этихъ кратеровъ не имѣетъ ничего общаго съ кратерами нашихъ земныхъ вулкановъ, да и врядъ ли лунные кратеры образованы той вулканической дѣятельностью, которую мы наблюдаемъ на Землѣ. Происхожденіе ихъ иное. Поэтому во избѣжаніе смѣшенія понятій вмѣсто слова «кратеръ» часто употребляютъ слово лунный «циркъ»—особенно, если дѣло идетъ объ обширныхъ кратерахъ. Итакъ, повторяемъ, лунные цирки имѣютъ кольцеобразную форму съ глубоко

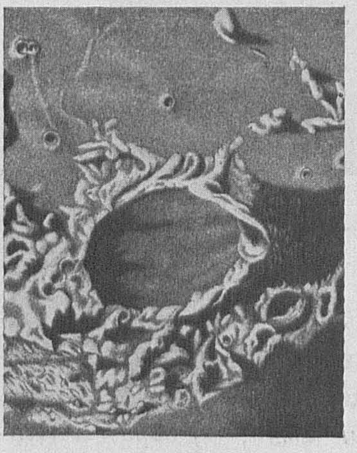


Рис. 304. Лунный циркъ «Платонъ».

ниже лунной поверхности опущеннымъ дномъ, а изъ середины углубленія, «кратера», часто возвышается центральная гора, которая никогда не достигаетъ высоты окружающаго ея вала (см. рис. 303).

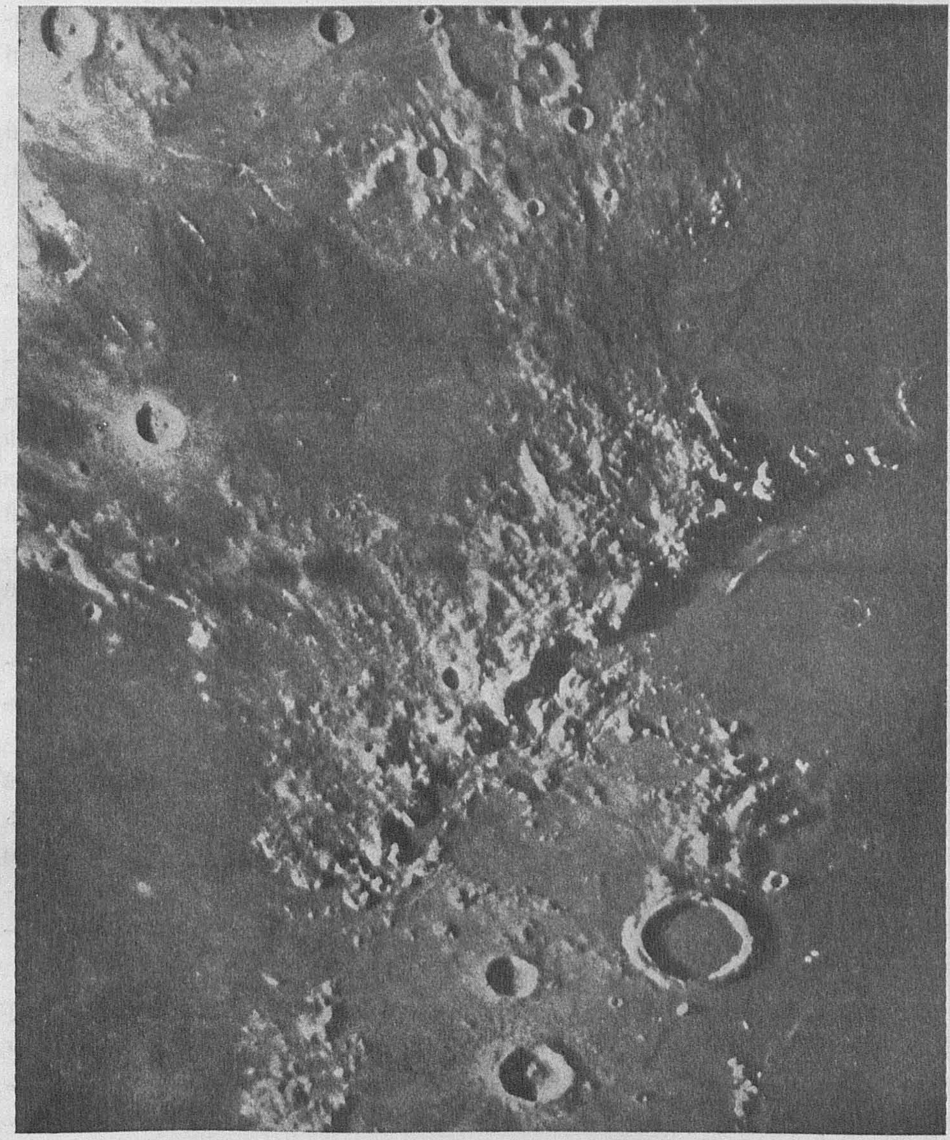


Рис. 305. Часть лунной поверхности въ области горной цѣпи Лунныхъ Апеннинъ. Внизу 3 кратера: Архимедъ, Автоликъ и Аристиллъ.
По фотографическому снимку Парижской обсерваторіи.

Въ сильныя астрономическія трубы валъ луннаго цирка, вообще, не представляетъ правильной и однообразной формы. Часто онъ пересѣченъ поперечными ущельями и долинами, или усѣянъ отдѣльными возвышенностями. Эти неправильности объясняютъ разрушеніями и обвалами, происшедшими въ позднѣйшія эпохи образованія лунной поверхности. Бываетъ и такъ, что у подобнаго рода горы не хватаетъ большей или меньшей части кольцеобразнаго вала, и тогда образованіе имѣетъ видъ подковы. Чтобы пояснить на примѣрѣ расположеніе частей въ лунныхъ циркахъ, разсмотримъ, напримѣръ, циркъ, носящій имя *Коперника.* По точнѣйшимъ измѣреніямъ вершина вала, окружающаго циркъ, находится на высотѣ 800 метровъ надъ окружающей почвой и на высотѣ 3440 метровъ надъ дномъ цирка или колодца. Слѣдовательно, дно цирка находится на глубинѣ 2640 метровъ подъ общимъ уровнемъ окружающей почвы. Что касается до потоковъ «лавы», составляющей валъ, то всѣ они расположены кругами на-подобіе каменной ограды вокругъ жерла гигантскаго колодца.

Кольцеобразные валы этихъ лунныхъ цирковъ имѣютъ иногда значительные размѣры, напримѣръ, въ циркахъ Клавій и Магинусъ поперечники доходятъ до 200 километровъ. Изъ другихъ значительныхъ лунныхъ цирковъ отмѣтимъ *Посидоній*, на сѣверо-западной части луннаго диска, *Коперникъ*—на сѣверо-восточный, *Тихо*—на юго-восточный и *Теофилъ*—на юго-западный. Въ большинствѣ случаевъ лунные цирки, окруженные правильнымъ валомъ, имѣютъ въ поперечникѣ отъ 40 до 80 километровъ.

Лунныя горныя цѣпи расположены по преимуществу въ юго-западной части диска Луны. Самыя высокія лунныя горы носятъ названіе Апеннинъ. Они находятся на юго-западномъ краѣ *Моря дождей* (Mare imbrium). Фотографическій снимокъ этихъ горъ данъ на рис. 305 и 306, разсматривая которые читатель, какъ и всегда, долженъ помнить, что рефракторъ даетъ обратное изображеніе предмета (такъ что сѣверъ на снимкѣ—внизу, а югъ—вверху). Самая высокая гора Апеннинъ возвышается на 17 тысячъ футовъ надъ окружающей ее мѣстностью.

Загадочны тѣ свѣтлыя полосы, которыя, лучеобразно начинаясь у нѣкоторыхъ изъ горъ, тянутся по поверхности Луны. Такіе «лучи» тянутся, между прочимъ, отъ упомянутыхъ уже цирковъ Тихо и Коперника. Ширина полосъ измѣняется отъ 1—2 до 30 километровъ. Начинаются онѣ обыкновенно не у самой подошвы горы, а на нѣкоторомъ разстояніи отъ нея и затѣмъ тянутся чрезъ долины и горы, не измѣняя ни направленія, ни формы. Наблюденія доказываютъ, что эти полосы—не возвышенія и не углубленія. Нѣкоторые астрономы сравниваютъ ихъ съ трещинами, залитыми стекловидной массой. Во всякомъ случаѣ это явленіе не имѣетъ ни одного сколько нибудь удовлетворительнаго объясненія.

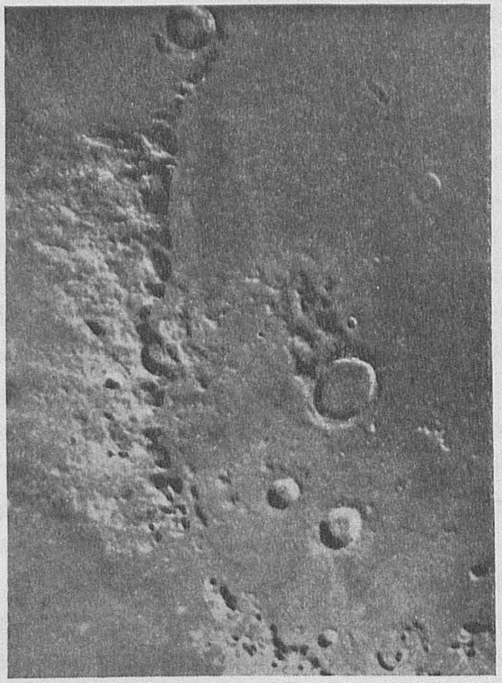


Рис. 306. Горная цѣпь Апеннинъ на Лунѣ. По фотографіи обсерваторіи Лика.

Отъ описанныхъ свѣтлыхъ полосъ надо отличать темныя *борозды* (Rillen), словно рвы, или *трещины* лунной поверхности, прорѣзывающія долины и горы и видимыя иногда на днѣ глубокихъ цирковъ. Замѣчательна одна изъ такихъ бороздъ, находящаяся у цирка *Геродотъ*. Обыкновенно борозды имѣютъ одинаковую ширину на всемъ своемъ протяженіи, но только что упомянутая къ одному концу расширяется почти до 4-хъ километровъ и здѣсь на днѣ ея виденъ маленькій кратеръ.

На доступной наблюденіямъ площади Луны уже насчитано свыше 30 000 «кратеровъ». Высоты ея горъ также измѣрены съ большой точностью. Такъ называемаго «уровня воды въ океанѣ» на Лунѣ нѣтъ, а потому высота ея горъ отсчитывается отъ уровня поверхности, окружающей данную гору. Самая высокая изъ обыкновенныхъ (не цирковъ) горъ на Лунѣ носитъ имя *Лейбницъ*. Она достигаетъ высоты 7,6 километра, т. е. лунныя горы не только не ниже, а относительно даже выше земныхъ.

Есть ли на Лунѣ воздухъ и вода? Все, повидимому, говоритъ за то, что нашъ спутникъ или совсѣмъ лишенъ атмосферы, или если она на немъ есть, то въ такомъ разрѣженномъ состояніи и настолько невысока, что совершенно ускользаетъ отъ наблюденій.

Прежде всего напомнимъ фактъ, что всякій газъ обладаетъ свойствомъ отклонять или преломлять свѣтовые лучи, черезъ него проходящіе. Всякій газъ, кромѣ того, поглощаетъ или ослабляетъ силу пропускаемыхъ имъ свѣтовыхъ лучей. Эта способность тѣмъ болѣе, чѣмъ плотнѣй газъ. Если бы Луна была окружена атмосферой, то части ея поверхности, расположенныя на краяхъ диска, представлялись бы наблюдателю черезъ болѣе высокій («толстый») слой атмосферы, чѣмъ части, расположенныя около центра, а потому, вслѣдствіе поглощенія свѣта атмосферой, края луннаго диска казались бы болѣе темными и болѣе размытыми, подобно тому, какъ это наблюдается на Солнцѣ, Венерѣ и другихъ свѣтилахъ. Въ дѣйствительности на краяхъ луннаго диска не замѣчается ни малѣйшаго ослабленія свѣта. Всѣ контуры, весь лунный ландшафтъ на краяхъ виденъ съ такою же отчетливостію и рѣзкостью, какъ и въ серединѣ диска. Слѣдовательно, необходимо придти къ выводу, что на Лунѣ нѣтъ атмосферы, преломляющей или поглощающей свѣтъ. Къ этому можно прибавить еще слѣдующія соображенія:

Если свѣтила окружены атмосферой, то на немъ день не можетъ *мгновенно* обратиться въ ночь. Предъ восходомъ и послѣ захода Солнца наступаютъ *сумерки*; и эти сумерки бываютъ тѣмъ длиннѣе, чѣмъ выше атмосфера планеты. Существованіе сумерекъ, напр., на Венерѣ (см. стр. 316) несомнѣнно. На Землѣ полоса сумерекъ имѣетъ приблизительно 18° ширины. Ничего подобнаго не наблюдается на Лунѣ: на ней свѣтовыя границы рѣзки и не размыты, а тѣни лунныхъ горъ совершенно черны,—это опять таки свидѣтельствуетъ объ отсутствіи тамъ атмосферы.

Однимъ изъ самыхъ убѣдительныхъ доказательствъ отсутствія лунной атмосферы служатъ наблюденія такъ называемыхъ *покрытій Луной звѣздъ*. Передвигаясь по небосклону, она закрываетъ собой тѣ или иныя звѣзды. Если бы Луну окружала атмосфера, то послѣдняя преломляла бы звѣздные лучи, и моменты сокрытія звѣзды и ея появленія изъ-за луннаго диска, съ одной стороны, должны были бы отличаться на нѣкоторую величину отъ предвычисленныхъ, а съ другой, раньше, чѣмъ исчезнуть за дискомъ, звѣзда должна была бы ослаблять свой свѣтъ. Этого не наблюдается. Начало и конецъ покрытія совпадаютъ съ предвычисленіями безъ поправки на *рефракцію*, т. е. лучепреломленіе. Звѣзда исчезаетъ за дискомъ Луны мгновенно, и также мгновенно появляется изъ-за него.

Приложеніе спектральнаго анализа тоже не обнаруживаетъ никакихъ признаковъ существованія атмосферы на Лунѣ.

Итакъ, нашъ спутникъ, вѣрнѣе всего, лишенъ атмосферы, а изъ этого само собой слѣдуетъ, что на немъ нѣтъ ни воды, ни какой-либо иной жидкости. Если же на Лунѣ нѣтъ ни воды, ни атмосферы, то на ней нѣтъ и тѣхъ денудаціонныхъ процессовъ (см. стр. 486), которые обусловливаются этими двумя дѣятелями. На Лунѣ нѣтъ *погоды*, говоря житейскимъ языкомъ. «Міръ, въ которомъ не бываетъ погоды и въ которомъ никогда ничего не случается, — вотъ что такое Луна». Такъ опредѣлилъ Луну покойный профессоръ Ньюкомъ.

Не слѣдуетъ, однако, упускать изъ вида и тѣхъ фактовъ, которые говорятъ обратное. Такъ, напримѣръ, 7 августа 1889 года произошло покрытіе Луной Юпитера и при выступленіи планеты изъ-за луннаго диска на свѣтломъ краю Луны наблюдалось явленіе, которое, по мнѣнію иныхъ, давало возможность прямо видѣть слѣды атмосферы около поверхности нашего спутника. Когда дискъ Юпитера на двѣ трети діаметра выступилъ изъ-подъ Луны, сдѣлалась ясно замѣтной рѣзко ограниченная тѣнь въ видѣ полосы шириною въ одну пятую долю діаметра Юпитера. *Граница этой тѣни была параллельна закрывавшему краю Луны.* Явленіе не измѣнялось болѣе чѣмъ въ продолженіе одной минуты. Свѣтлыя и темныя полосы Юпитера, хотя и въ ослабленной степени, хорошо были видны внутри этой тѣни. Явленіе это наблюдалось нѣсколькими заслуживающими полнаго довѣрія астрономами, и если его объяснять существованіемъ лунной атмосферы, то оболочка этой атмосферы оказывается по меньшей мѣрѣ въ пять разъ ниже земной атмосферы, а также должна имѣть очень малую плотность и быть очень прозрачной. Такъ какъ при вступленіи Юпитера за Луну этой полосы никто не замѣтилъ, то надо думать, что возможность видѣть ее обусловливалась *свѣтовымъ контрастомъ*: ее можно было замѣтить только между двумя сильно освѣщенными дисками. Вступленіе происходило на темномъ краю Луны, условія контрастовъ не существовало, а потому въ это время явленіе и не могло быть замѣчено. Инымъ наблюдателямъ казалось также, что они видѣли пелены тумана, стелющагося на иныхъ мѣстахъ лунной поверхности; другіе доказываютъ присутствіе на Лунѣ растительности; но всѣ подобныя наблюденія нуждаются въ провѣркѣ. Общій же характеръ своеобразнаго луннаго ландшафта сильно говоритъ за отсутствіе на Лунѣ воздуха и воды не только въ настоящемъ, но и прошедшемъ. На Лунѣ, повторяемъ, нѣтъ ничего напоминающаго денудаціонные процессы,— ничего похожаго на осадки, на результаты вывѣтриванія, размыванія и переноса массъ съ одного мѣста на другое. Контуры образованій на Лунѣ рѣзки, вершины горъ остры, спуски внутрь цирковъ, а также пологіе внѣшніе скаты ихъ, вообще говоря, отчетливы и не разрушены. Если же на Лунѣ происходили и происходятъ, какъ есть полное основаніе думать, измѣненія поверхности, то причиной ихъ служатъ существующія тамъ рѣзкія измѣненія температуры. Поверхность нашего спутника въ долгій 14-ти суточный по нашему день то накаляется выше температуры кипѣнія воды, то въ такую же длинную ночь охлаждается до температуры—100° Ц., а можетъ, и ниже.

Устройство лунной поверхности настолько своеобразно и отлично отъ земной, что невольно наводитъ на мысль, что процессъ образованія лунной поверхности совершенно отличенъ отъ землеобразовательныхъ процессовъ.

На основаніи данныхъ, добытыхъ многосторонними наблюденіями устройства лунной поверхности, знаменитый французскій астрономъ Фай даетъ остроумное и правдоподобное описаніе процесса, во время котораго образовались неровности лунной коры. Приводимъ это описаніе, какъ его излагаетъ профессоръ М. Ѳ. Хандриковъ въ своей «Описательной Астрономіи» (стр. 308—312).

Дно лунныхъ цирковъ всегда ровно и плоско: если это дно занимаетъ значительное пространство, то оно представляетъ кривизну, вполнѣ соотвѣтствующую кривизнѣ общей поверхности Луны. Изъ этого слѣдуетъ заключить, во-первыхъ, что дно лунныхъ цирковъ оставалось въ огнежидкомъ состояніи еще долго послѣ первоначальнаго образованія лунной коры и, во-вторыхъ, что эти днища отвердѣвали покойно и медленно.

Значительное пониженіе днищъ цирковъ подъ общій уровень лунной поверхности приводитъ еще къ другому заключенію. Такъ какъ поверхность этихъ цирковъ, въ общей сложности всѣхъ ихъ, оставляетъ значительную часть поверхности всей Луны, то внутренняя огнежидкая масса Луны черезъ эти громадныя отверстія должна была охлаждаться и сжиматься нѣсколько скорѣе, чѣмъ это могло бы происходить подъ защитой непрерывной, хотя первоначально и тонкой коры поверхности. Отъ этого болѣе быстраго охлажденія и сжатія послѣдовало значительное пониженіе днищъ. Наконецъ, эти колодцы, называемые лунными кратерами, имѣютъ болѣе или менѣе высокія закраины, состоящія какъ бы изъ концентрическихъ, одинъ на другой напластованныхъ слоевъ, поэтому необходимо, чтобы огнежидкая масса, ихъ образовавшая, изливалась на поверхность не однократно, а въ нѣсколько пріемовъ, что могло произойти только отъ того, что внутренняя огнежидкая масса долго находилась въ волнообразномъ движеніи, происходившемъ въ вертикальномъ (или нормальномъ) къ поверхности направленіи.

Круглая форма этихъ образованій объясняется послѣдовательными приливами раскаленной жидкой массы, которые путемъ плавленія сгладили неправильности первоначальнаго жерла.

Какъ извѣстно, Луна оказываетъ своимъ притяженіемъ замѣтное дѣйствіе на жидкія части земной поверхности, т. е. на океаны, и производитъ явленіе *приливовъ*. Луна въ то время, какъ находилась еще въ огнежидкомъ состояніи, отъ дѣйствія притяженія Земли должна была представлять подобныя же явленія приливовъ, только въ болѣе значительныхъ размѣрахъ; при этихъ приливахъ ея поверхность должна была вытягиваться по діаметру, направленному къ Землѣ. Приливы на Землѣ достигаютъ высоты 0,37 метра надъ среднимъ уровнемъ морей. Лунный приливъ долженъ былъ имѣть высоту 40 метровъ и болѣе. Періодъ прилива на Лунѣ долженъ былъ равняться времени обращенія Луны около Земли. Когда нашъ спутникъ находился еще въ жидкомъ состояніи, вся его масса, во всякій моментъ, могла принимать фигуру равновѣсія, соотвѣтствующую дѣйствующимъ силамъ, и этой фигурой равновѣсія былъ трехъ-осный эллипсоидъ; наиболѣе длинная изъ его осей всегда направлялась къ Землѣ. Но когда Луна отъ охлажденія стала покрываться твердой корой, болѣе или менѣе значительной толщины, по своей твердости уже неспособной непрерывно измѣнять свою форму, тогда приливы внутренней жидкой массы, все еще продолжавшіеся, при своемъ движеніи стали встрѣчать со стороны образовавшейся коры сопротивленія въ направленіи, противоположномъ вращенію Луны. Легко понять, что сильное треніе, производимое волнами прилива на внутреннюю поверхность коры, сопротивляющейся этому движенію волнъ прилива, должно было сильно замедлить вращеніе образовавшейся коры. Это замедляющее дѣйствіе, распространяясь затѣмъ на всю массу, мало по малу уменьшило первоначальную скорость ея вращенія и привело эту скорость къ такой величинѣ, при которой Луна стала дѣлать одинъ оборотъ около оси въ теченіе мѣсяца.

Но возвратимся мысленно къ той эпохѣ, когда время вращенія Луны около оси еще не было такъ продолжительно, какъ теперь, когда этотъ періодъ былъ еще короче одного мѣсяца. Тогда волна внутренняго прилива, постоянно направляясь къ Землѣ и двигаясь, поэтому, въ сторону противоположную вращенію нашего спутника, должна была оказывать давленіе и треніе на кору, уже отвердѣвшую. Представимъ себѣ, что въ этой корѣ, еще недостаточно толстой, было какое либо малое отверстіе. Если волна подходила къ этому отверстію, то жидкость вступала въ него свободно, а вездѣ вокругъ образовавшаяся кора сопротивлялась движенію. Огнежидкая масса поднималась до края этого колодца или отверстія и черезъ этотъ край свободно и спокойно разливалась вокругъ отверстія по поверхности. Скоро однако вершина волны прилива проходила мимо отверстія далѣе, тогда уровень выливавшейся жидкости мало по малу понижался. Какъ наибольшій притокъ и вытеканіе огнежидкой массы, такъ равно и наибольшее пониженіе уровня этой жидкости противъ отверстія или колодца повторялись по одному разу при каждомъ оборотѣ Луны около оси. Послѣдствія этихъ явленій очевидны. Жидкость, выливавшаяся на поверхность за край колодца, представляла слой небольшой толщины; подверженная на поверхности вліянію холоднаго окружающаго пространства, она немедленно отвердѣвала и образовывала вокругъ отверстія какъ бы ниспадающій во всѣ стороны валикъ небольшой высоты, но съ широкимъ основаніемъ. При каждомъ приливѣ этотъ валикъ, этотъ бортъ колодца увеличивался въ высоту черезъ напластованіе новыхъ слоевъ вылившейся и потомъ отвердѣвшей жидкости. Постепенно движеніе волны прилива замедлялось, амплитуды волнъ уменьшались. Наконецъ наступилъ моментъ, когда подвижное днище колодца въ свою очередь отвердѣло. Уровень этого отвердѣвшаго днища долженъ былъ понизиться тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе сжималась внутренняя огнежидкая масса отъ охлажденія, происходившаго черезъ всѣ имѣвшіяся на поверхности первоначальной коры отверстія или колодцы. На фигурѣ *a* (рис. 307) представленъ схематическій рисунокъ колодца при первыхъ изліяніяхъ огнежидкой массы. Фигура *b* представляетъ колодецъ во время послѣдняго изліянія, когда образовались и отвердѣли высшія точки *m* и *n* валика или борта колодца. На фигурѣ *c* представленъ колодецъ уже съ отвердѣвшимъ дномъ приблизительно въ томъ видѣ, какъ подобные колодцы или цирки представляются намъ теперь.

Такимъ образомъ объясняетъ Фай происхожденіе лунныхъ цирковъ. Нельзя не признать такую гипотезу весьма правдоподобной. Но, соглашаясь съ этимъ мнѣніемъ Фая, мы не будемъ болѣе видѣть слѣдовъ вулканической дѣятельности на Лунѣ, —

вулканической дѣятельности, понимаемой въ томъ смыслѣ, какъ мы ее знаемъ или представляемъ себѣ на Землѣ. Гипотеза Фая противорѣчитъ мнѣніямъ если не всѣхъ, то многихъ авторитетовъ науки, но самъ Фай высказываетъ великую истину, спрашивая: «какое значеніе имѣютъ ученые авторитеты передъ силлогизмомъ, построеннымъ на вѣрныхъ посылкахъ?»—а этотъ силлогизмъ состоитъ въ томъ, что если на поверхности Луны нѣтъ и не было паровъ и газовъ, то не могло быть и вулканической дѣятельности.

Фай самъ видитъ нѣкоторыя слабыя стороны своей гипотезы, но самъ же старается разсѣять могущія возникнуть сомнѣнія.

Первое возраженіе противъ Фаевой гипотезы состоитъ въ томъ, что высота волны, или вертикальная амплитуда, прилива огнежидкой массы на Лунѣ, не могла превосходить 80 метровъ, тогда какъ борта цирка Коперника возвышаются на 800 метровъ надъ уровнемъ окружающей ровной мѣстности. Встрѣчаются и еще болѣе значительныя высоты бортовъ у цирковъ въ другихъ частяхъ луннаго диска. Отвѣтъ на это возраженіе долженъ быть тотъ же самый, какъ и отвѣтъ на вопросъ: какимъ образомъ вертикальная амплитуда прилива на Землѣ, не превосходящая 0,74 метра въ океанахъ, увеличивается въ 19 разъ въ Грандвилѣ и въ 55 разъ въ бухтѣ Фёнди (Fundy). Отвѣтъ на это заключается въ томъ, что когда волна морского прилива на своемъ пути встрѣчаетъ сопротивленіе съ боковъ, вступая въ такой узкій каналъ, какъ Ламаншъ, или въ устья рѣкъ, то *живая сила* воды не уничтожается мгновенно, какъ это бываетъ въ томъ случаѣ, когда твердое тѣло при движеніи встрѣчаетъ препятствія. Эта живая сила стремится преодолѣть препятствіе и поднимаетъ уровень вкатившейся жидкости. На Лунѣ существовалъ еще болѣе благопріятный поводъ къ высокому поднятію огнежидкой массы черезъ открытое дно колодцевъ. На Лунѣ волна прилива вмѣсто того, чтобы катиться по каналу, открытому сверху на всемъ его протяженіи, должна была двигаться подъ горизонтальнымъ покровомъ болѣе или менѣе твердымъ—катиться подъ покровомъ, который она не могла вполнѣ поднять, и который противодѣйствовалъ ей своею упругостію. Если этотъ покровъ былъ пробитъ отверстіями какъ рѣшето, то черезъ

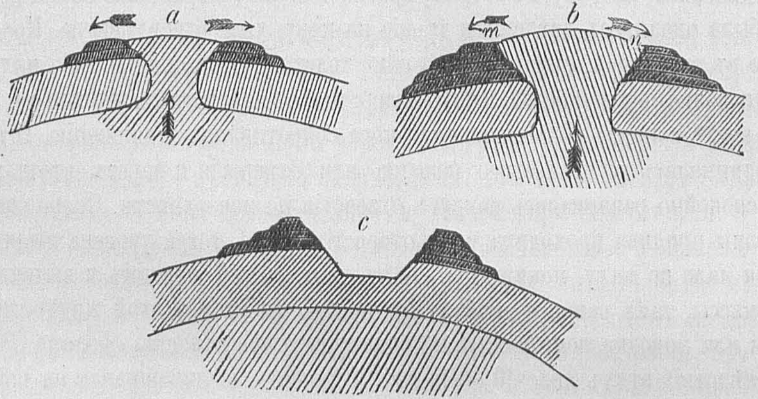


Рис. 307. Схема образованія лунныхъ цирковъ.

эти отверстія жидкость поднималась на высоту болѣе значительную, чѣмъ та, которой достигалъ бы гребень волны, спокойно двигающейся и не встрѣчающей препятствій. Если припомнимъ еще, что на Лунѣ тяжесть въ шесть разъ меньше, чѣмъ на Землѣ, то поймемъ, что на поверхности нашего спутника огнежидкая масса черезъ упомянутыя отверстія могла подниматься очень высоко.

Второе возраженіе противъ изложенной теоріи выражается вопросомъ: какимъ образомъ объяснить иногда зубчатую форму бортовъ у колодцевъ. При этомъ объясненіи необходимо имѣть въ виду то, что эти борты или закраины довольно правильны въ основаніяхъ и какъ бы разрушены на гребняхъ. Такое явленіе обусловливается единственной причиной, производящей разрушенія на Лунѣ. На поверхности Луны отъ дня къ ночи происходятъ огромныя измѣненія температуры. Ночью, продолжающейся приблизительно 14 нашихъ земныхъ дней, температура можетъ достигать 100° ниже нуля, а днемъ, имѣющимъ такую же продолжительность, жаръ можетъ превосходить температуру кипѣнія воды. Подъ вліяніемъ такихъ измѣненій температуры хрупкіе гребни валиковъ, или бортовъ должны были разрушаться и скатываться по твердымъ наклонамъ внутрь колодца. Такимъ образомъ произошли обломки, которыми иногда усыпаны днища колодцевъ, и глыбы, которыя замѣчаются при помощи сильныхъ телескоповъ на этихъ днищахъ. Очень можетъ быть, что полосы, звѣздообразно расходящіяся, отъ нѣкоторыхъ цирковъ, произошли отъ сотрясеній, сопровождавшихъ эти разрушенія.

Наконецъ, по теоріи Фая кажется съ перваго взгляда труднымъ обяснить происхожденіе тѣхъ бугорковъ, которые замѣчаются на днѣ цирка и которые въ другихъ колодцахъ представляются настоящими центральными вершинами, возникающими прямо со дна колодца. Такія образованія на Лунѣ нерѣдки, хотя многіе цирки ихъ не имѣютъ. Но во всякомъ случаѣ эти центральныя вершины не суть конусы изверженій, онѣ не имѣютъ округленной формы и, наконецъ, внѣ всякаго сомнѣнія то, что ни одна изъ этихъ центральныхъ возвышенностей не носитъ слѣдовъ кратера, т. е. жерла на вершинѣ. Чтобы составить понятіе о происхожденіи подобныхъ центральныхъ вершинъ, замѣтимъ, что со дна колодца такой глубины, какую представляетъ, напр., циркъ Коперника (3 400 метровъ), всегда видна только весьма малая часть неба. Можно сказать, что лучеиспусканіе и зависящее отъ него охлажденіе пропорціонально этой обозрѣваемой площади неба; поэтому можно думать, что дно колодца, центральная часть котораго оставалась долго мягкою, не вполнѣ отвердѣвшею, имѣло небольшую толщину и могло быть, поэтому, легко разрушаемо. При томъ движеніи, которое еще имѣла внутренняя огнежидкая масса послѣ перваго охлажденія днищъ, она могла еще находить выходъ черезъ малыя, образовавшіяся въ нихъ отверстія, для извѣстной части уже густѣющаго вещества. Если это дѣйствіе повторялось нѣсколько разъ, то подобные, тонкіе, иногда нестройные столбы матеріи могли подниматься довольно высоко.

Замѣтимъ, что очень вѣроятно, что волнообразное движеніе внутренней огнежидкой, хотя уже и сгустѣвшей массы, могло отъ времени до времени возобновляться, и это могло быть подъ вліяніемъ двухъ причинъ: во-первыхъ, вслѣдствіе общаго охлажденія, которое стремилось ускорить вращеніе, а во-вторыхъ, подъ вліяніемъ притяженія Земли, которое стремилось его замедлить.

По изложенной теоріи Фая объясняется происхожденіе не всѣхъ тѣхъ образованій, которыя мы теперь видимъ на лунной поверхности. Но, развивая свою гипотезу, Фай постоянно имѣетъ въ виду одно только замедленіе вращенія Луны и въ немъ находитъ причину образованія большей части лунныхъ неровностей. Значительныя измѣненія, которыя, вѣроятно, происходили въ положеніи оси вращенія, могли производить также значительные перевороты на поверхности Луны, прежде чѣмъ она пришла въ то состояніе, въ которомъ мы теперь ее видимъ.

Гипотезу лунныхъ образованій Фая развили и дополнили Леви и Пюизо—ученые селенографы нашихъ, можно сказать, дней. Процессъ лунообразованія они раздѣлили для ясности на періоды. Расплавленное, огненно-жидкое состояніе Луны они отмѣчаютъ какъ первый періодъ въ исторіи образованія лунной поверхности. Въ это именно время, по ихъ заключенію, въ различныхъ областяхъ лунной поверхности появляются большихъ или меньшихъ размѣровъ затвердѣнія (шлаки), то разрывавшіяся подъ вліяніемъ теченій расплавленныхъ массъ, то спаивавшіяся подъ вліяніемъ охлажденія. Началомъ второго періода является образованіе сплошной коры. Но подъ вліяніемъ притяженія Земли или по какимъ-либо инымъ причинамъ жидкія расплавленныя массы, накопляясь въ извѣстныхъ мѣстахъ, прорываютъ эту кору, и черезъ образовавшіеся разрывы выливаются потоки лавы, которая, остывъ, образовываютъ равнины. Съ теченіемъ времени лунная кора дѣлается все крѣпче и крѣпче и разрывается только подъ дѣйствіемъ весьма сильныхъ внутреннихъ напряженій. На лунной поверхности образуются вздутія, а затѣмъ провалы. Во время третьяго періода образовались большіе цирки. Въ четвертомъ—образовались тѣ пониженія, которыя извѣстны теперь подъ именемъ «морей» и различаются невооруженнымъ глазомъ подъ названіемъ лунныхъ *пятенъ*.

Какъ видимъ, во всѣхъ предположеніяхъ объ образованіи лунной поверхности весьма важную роль играетъ соображеніе о томъ вліяніи, которое оказывало притяженіе Земли на Луну въ ту пору, когда послѣдняя была еще въ жидкомъ состояніи. Рѣчь идетъ о несомнѣнно существовавшихъ когда-то лунныхъ *приливахъ* и *отливахъ*, подобныхъ тѣмъ, которыя и поднесь наблюдаются на Землѣ, на жидкой поверхности ея океановъ и открытыхъ морей. Явленіе состоитъ въ томъ, что въ теченіе сутокъ, или,—точнѣе,—въ промежутокъ времени, равный 24 часамъ 50 минутамъ, поверхность океана два раза подымается выше и два раза опускается ниже своего средняго уровня. Приблизительно 6 час. 12 мин. продолжается приливъ, заливающій берега, если они не высоки; вслѣдъ затѣмъ начинается убыль воды,—отливъ; затѣмъ вода подымается опять и т. д. Смѣна происходитъ непрерывно и постоянно.

Со времени Ньютона дознано и доказано, что явленіе земныхъ приливовъ и отливовъ происходитъ вслѣдствіе того притяженія, которое Солнце и Луна совмѣстно оказываютъ на подвижную поверхность океана. Вслѣдствіе близости Луны, ея вліяніе на явленіе приливовъ и отливовъ играетъ преобладающую (приблизительно въ $2^1/_2$ разъ бо̀льшую) предъ Солнцемъ роль. Огромная волна океаническаго прилива, вздутая луннымъ притяженіемъ, непрерывно перемѣщается по его поверхности въ извѣстномъ соотвѣтствіи съ положеніемъ Луны на горизонтѣ даннаго мѣста. Эта волна слѣдуетъ за Луной, пока не встрѣтитъ несокрушимаго препятствія въ видѣ твердаго материка, задерживающаго и разбивающаго ее.

Параллельно съ приливной волной, образующейся на земномъ полушаріи, обращенномъ въ данный моментъ къ Лунѣ, наблюдается всегда подобная же волна на *прямо противоположномъ* полушаріи

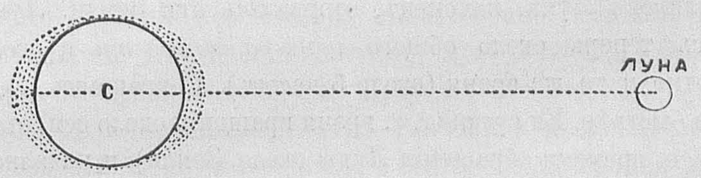


Рис. 308. Земные приливы и отливы.

Земли (см. рис. 308. Наука не только объясняетъ это странное на первый взглядъ явленіе, но и доказываетъ, что такъ оно и *должно* быть). Въ остальныхъ частяхъ земной поверхности наблюдается, конечно, явленіе отлива.

Если бы вся поверхность Земли представляла собой океанъ одинаковой глубины, а разстояніе Луны отъ Земли было неизмѣнно, то явленія приливовъ и отливовъ были бы однообразны и несложны. Высота же приливной волны была бы приблизительно одинакова для всей земной поверхности. Но этого на самомъ дѣлѣ нѣтъ. На величину прилива оказываютъ вліяніе какъ всѣ измѣненія въ относительномъ положеніи и разстояніи Солнца, Луны и Земли, такъ и устройство земной поверхности,—ея материки, острова, очертанія береговъ, глубина водъ и т. д. Поэтому въ открытомъ океанѣ, напр. у береговъ Сандвичевыхъ острововъ и острова св. Елены, приливы невелики,—высота ихъ менѣе метра. И тѣ же приливы достигаютъ высоты свыше 20 метровъ въ нѣкоторыхъ узкихъ бухтахъ и въ устьяхъ впадающихъ въ океанъ рѣкъ.

Вотъ эти-то явленія приливовъ и отливовъ, по новѣйшимъ выводамъ науки, играли и играютъ чрезвычайно важную роль не только въ исторіи развитія Земли и Луны, но и въ развитіи всей солнечной системы вообще. Вопросъ этотъ былъ обстоятельно изслѣдованъ англійскимъ ученымъ Джономъ Дарвиномъ въ рядѣ статей, опубликованныхъ въ 1878—1882 году. Теоріей приливовъ и связаннго съ ними *приливного тренія*. Дж. Дарвинъ превосходно разъясняетъ, напр., ту особенность въ движеніи Луны, что время ея вращенія около оси въ точности равно времени ея обращенія около Земли, т. е. ея звѣздному мѣсяцу. По мнѣнію Дж. Дарвина, исторія системы Земля—Луна въ общихъ чертахъ состоитъ въ слѣдующемъ:

Не менѣе, чѣмъ 54 милліона лѣтъ тому назадъ Земля и Луна составляли одно тѣло съ діаметромъ немного большимъ 13 000 километровъ. Это тѣло вращалось вокругъ своей оси въ промежутокъ около 5 нашихъ нынѣшнихъ часовъ, а плоскость его экватора была наклонена къ плоскости эклиптики на 11° или на 12°. Масса эта вращалась такъ быстро, что равновѣсіе ея было неустойчиво, и подъ вліяніемъ солнечныхъ приливовъ Луна, наконецъ, оторвалась отъ Земли. Луна и Земля обращались теперь около общаго *центра тяжести* и около своихъ осей въ одно и то же время (около 5 часовъ). Сокращаясь, Земля стала вращаться быстрѣе. Ея сутки (т. е. время вращенія около оси) стали короче мѣсяца (т. е. времени обращенія Луны около Земли) и начались явленія приливовъ и отливовъ на обоихъ тѣлахъ, другими словами,—началась «приливная эволюція». Приливы удлинили и сутки и мѣсяцъ, но *мѣсяцъ удлинялся быстрѣе, чѣмъ сутки*. Это возрастаніе періодовъ продолжалось, пока система Земля—Луна не пришла къ современнымъ условіямъ.

Такимъ образомъ Земля производила приливы на Лунѣ и увеличивала длину лунныхъ сутокъ, пока онѣ не сравнялись съ мѣсяцемъ. Эксцентриситетъ лунной орбиты одно время возрасталъ, а затѣмъ постоянно убывалъ. Наклонъ плоскости земного экватора къ эклиптикѣ возросъ отъ 11° или 12° до 23°,5, а плоскость лунной орбиты, раньше совпадавшая съ плоскостью земного экватора, мѣняла свое положеніе, пока не достигла нынѣшняго наклона къ плоскости эклиптики всего въ 5° 9′.

Дж. Дарвинъ доказываетъ, что *въ будущемъ сутки должны возрастать скорѣе, чѣмъ мѣсяцъ*, пока и сутки и мѣсяцъ не станутъ равными 50 или 60 нашимъ нынѣшнимъ суткамъ, а лунная орбита не станетъ круговой (если исключить возмущенія, производимыя притяженіемъ Солнца). Еслибы не было другихъ тѣлъ, кромѣ Земли и Луны, то это состояніе продолжалось бы вѣчно. Но этому помѣшаютъ приливы, производимые Солнцемъ. Они снова приблизятъ Луну къ Землѣ, притомъ такъ, что сутки всегда будутъ немного длиннѣе мѣсяца, и эта эволюція можетъ, пожалуй, окончится новымъ соединеніемъ Земли и Луны. Работа приливовъ (приливное треніе) порождаетъ теплоту, и, по вычисленію Дж. Дарвина, количество произведенной треніемъ приливовъ теплоты могло бы поднять температуру Земли, будь оно приложено сразу, на 1 700° по Цельсію.

Двигаясь по своей орбитѣ, Земля постоянно отбрасываетъ въ пространство огромный *конусъ тѣни*, обращенной въ сторону противоположную Солнцу. Длина оси этого конуса равна 216 радіусамъ Земли, или 1 378 000 километрамъ. На разстояніи Луны отъ Земли сѣченіе этого конуса дастъ кругъ съ поперечникомъ въ 9 200 километровъ, т. е. почти втрое большій луннаго поперечника. Если при обращеніи около Земли Луна попадаетъ въ этотъ конусъ, то происходитъ лунное затменіе (см. выше, стр. 280—282 и рис. 164). Итакъ, для наличности луннаго затменія необходимо, чтобы Земля находилась между Луной и Солнцемъ. Но такое положеніе, какъ извѣстно, бываетъ каждый мѣсяцъ во время полнолуній. Поэтому, казалось бы, лунныя затменія должны повторяться ежемѣсячно. Такъ оно и происходило бы, если бы пути обращеній Луны около Земли и Земли около Солнца лежали въ одной плоскости, т. е. орбита Луны лежала бы въ плоскости эклиптики, въ которой постоянно находится ось конуса земной тѣни. Но орбита Луны наклонена къ плоскости эклиптики подъ угломъ приблизительно въ 5 градусовъ. Вслѣдствіе этого конусъ земной тѣни обыкновенно проносится то выше, то ниже Луны и попадаетъ на нее только при нѣкоторомъ особомъ расположеніи Солнца, Земли и Луны. Чтобы ось конуса земной тѣни прошла по лунной поверхности, необходимо не только то, чтобы Луна была въ противостояніи съ Солнцемъ, она въ то же время должна быть или въ самой плоскости эклиптики, или весьма недалеко отъ нея. Другими словами, Луна должна быть въ одномъ изъ *узловъ* своей орбиты или вблизи него, въ то время какъ Солнце находится въ противоположной сторонѣ небосвода по направленію второго узла лунной орбиты. Узлами (см. также стр. 282) называются тѣ двѣ точки, въ которыхъ орбита Луны пересѣкаетъ плоскость эклиптики. Въ одномъ узлѣ Луна переходитъ съ юга на сѣверъ отъ эклиптики: это—*восходящій* узелъ. Въ противоположномъ—*нисходящемъ* узлѣ Луна, наоборотъ, проходитъ съ сѣвера на югъ отъ эклиптики.

Итакъ, для наличности луннаго затменія необходимо: 1) чтобы нашъ спутникъ былъ въ періодѣ полнолунія; и 2) чтобы онъ находился вмѣстѣ съ тѣмъ вблизи одного изъ своихъ узловъ. Такія условія въ промежутокъ времени, равный приблизительно году, повторяются два раза, но не приходятся на одни и тѣ же мѣсяцы. Въ среднемъ періоды затменія наступаютъ каждый годъ около 19-ти дней раньше, чѣмъ въ предшествующемъ году;—такъ что въ году обыкновенно бываетъ два, а иногда и три затменія, изъ которыхъ почти всегда одно *полное*, т. е. такое, когда въ конусѣ земной тѣни скрывается *весь* дискъ Луны. Если же тѣнью покрывается только часть луннаго диска, то затменіе называется *частнымъ*.

Лунныя затменія видимы, конечно, только въ томъ полушаріи Земли, надъ которымъ въ это время свѣтитъ Луна. Но зато они наблюдаются въ одинъ и тотъ же моментъ и на всемъ полушаріи Земли, чѣмъ явленіе рѣзко отличается отъ описанныхъ выше (стр. 280 и слѣд.) обстоятельствъ солнечнаго затменія.

Когда лунный дискъ совершенно войдетъ въ конусъ земной тѣни, то оказывается, что онъ не исчезаетъ совсѣмъ. При полномъ затменіи ясно видно, что этотъ дискъ свѣтитъ темно-красноватымъ свѣтомъ. Происходитъ это отъ преломленія лучей солнечнаго свѣта въ земной атмосферѣ. Лучи Солнца, проходящіе на близкомъ разстояніи отъ Земли, дѣйствіемъ атмосферы, такъ сказать, изгибаются и, входя въ земную тѣнь, ослабляютъ ее и попадаютъ на поверхность Луны. А такъ какъ земная атмосфера преимущественно поглощаетъ зеленые и синіе лучи и пропускаетъ красные, то понятно, почему Луна принимаетъ темно-красный оттѣнокъ. Тотъ же оттѣнокъ на затемненой части Луны наблюдается и при частныхъ затменіяхъ, но явленіе не такъ эффектно и не такъ рѣзко выражено, потому что мѣшаетъ свѣтъ незатемненной части луннаго диска.

Бываетъ что Луна во время своего полнаго затменія восходитъ. Въ такихъ случаяхъ можно иногда наблюдать очень интересное явленіе: одновременно видны оба свѣтила. Темно-красная Луна видима на восточномъ горизонтѣ, и въ то же время на западномъ горизонтѣ еще наблюдается Солнце. На самомъ дѣлѣ оба свѣтила находятся подъ горизонтомъ. Видимы же они оба опять-таки вслѣдствіе преломленія ихъ лучей земной атмосферой. Этимъ преломленіемъ (рефракціей) они подымаются настолько, что кажутся стоящими надъ горизонтомъ.

Если бы при затменіи Луны мы могли перенестись на ея поверхность, то наблюдали бы оттуда затменіе Солнца Землей. Такъ какъ видимые размѣры Земли для наблюдателя съ Луны гораздо больше, чѣмъ размѣры Солнца (земной поперечникъ будетъ въ три—четыре раза больше поперечника Солнца), то явленіе солнечнаго затменія съ Луны представится въ такомъ видѣ: Сначала, при приближеніи къ Солнцу, земное огромное тѣло было бы невидимо. Наблюдатель видѣлъ бы только уменьшеніе солнечнаго свѣта отъ приближенія недвигающейся, но невидимой Земли. Когда послѣдняя почти закроетъ Солнце, весь ея контуръ станетъ виденъ въ видѣ краснаго ободка вокругъ диска. Этотъ ободокъ производится опять таки преломленіемъ солнечныхъ лучей земной атмосферой. Наконецъ, когда исчезнетъ послѣдній слѣдъ самого Солнца, то ничего не будетъ видно, кромѣ этого обода яркаго краснаго цвѣта съ однообразно чернымъ дискомъ посрединѣ.

На страницахъ 447—448 намъ уже приходилось говорить о *незаходящемъ Солнцѣ* въ полярныхъ странахъ, но существуетъ ли тамъ «незаходящая Луна»? Изслѣдователи полярныхъ странъ очень рѣдко распространяются на эту тему,—повидимому, считая этотъ предметъ достаточно извѣстнымъ. Врядъ ли, однако, многіе изъ читателей полярныхъ путешествій сумѣютъ отвѣтить на вопросы: какъ чередуются на полюсахъ полнолунія и новолунія? Ежедневно ли восходитъ и заходитъ тамъ Луна? Не бываетъ ли на полюсахъ періодовъ, когда Луна совсѣмъ не сходитъ съ небосклона? И не скрывается ли она тамъ подъ горизонтъ на продолжительное время, подобно Солнцу?

Чтобы нѣсколько разобраться въ этихъ вопросахъ, необходимо уяснить, изъ какихъ элементовъ слагается кажущееся движеніе Луны для наблюдателя, находящагося на полюсѣ.

Мы знаемъ, что Луна описываетъ вокругъ Земли эллиптическую орбиту, подъ угломъ около 5° къ плоскости эклиптики. Линія пересѣченія плоскости эклиптики съ плоскостью орбиты Луны (*линія узловъ*) не остается неизмѣнной, а перемѣщается въ сторону, обратную движенію Луны, совершая полный оборотъ въ $18^3/_5$ года; поэтому такъ называемая астрономическая широта Луны мѣняется въ предѣлахъ отъ —5° до +5°, а склоненіе (см. стр. 217) Луны отъ ± 18° до $\pm 28^1/_2°$.

На рис. 309, 310 и 311 изображены въ проэкціи три послѣдовательныхъ взаимоположенія эклиптики и орбиты Луны на небесномъ сводѣ. Вычерчены вполнѣ только отрѣзки, на протяженіи которыхъ склоненія Солнца и Луны имѣютъ положительную величину; отрицательные отрѣзки симметричны положительнымъ. Прямою линіей *EQ* обозначается небесный экваторъ; сплошной кривой—эклиптика; пунктиромъ—орбита луны. Знаками ♈ и ♎ — точки весенняго и осенняго равноденствій и знаками ☊ и ☋ — восходящій и нисходящій узлы Луны, т. е. тѣ точки, въ которыхъ орбита Луны пересѣкается съ эклиптикой. 309 и 311 рисунки соотвѣтствуютъ двумъ предѣльнымъ положеніямъ плоскости орбиты Луны; 310-й—одному изъ промежуточныхъ. Стрѣлка указываетъ направленіе движенія Луны по орбитѣ.

Представимъ себѣ теперь наблюдателя перенесеннымъ на полюсъ. Здѣсь небесный экваторъ совпадаетъ съ небеснымъ горизонтомъ, и въ теченіе года всегда половина орбитъ какъ Солнца, такъ и Луны, со-

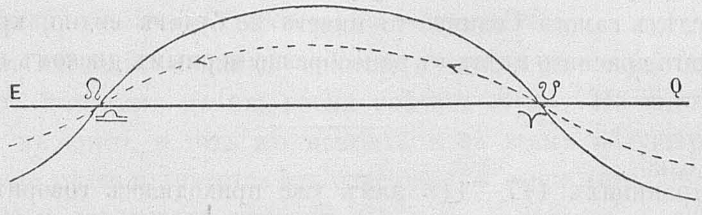


Рис. 309.

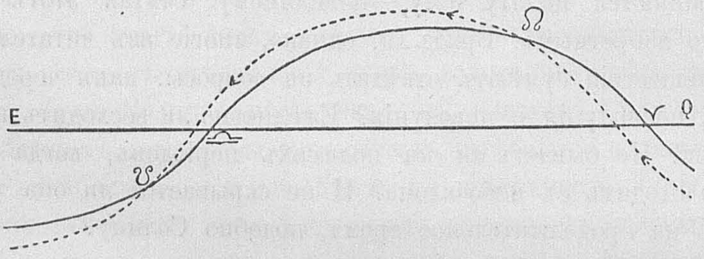


Рис. 310.

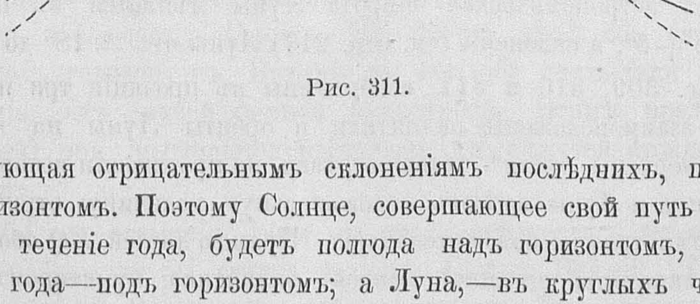


Рис. 311.

отвѣтствующая отрицательнымъ склоненіямъ послѣднихъ, приходится подъ горизонтомъ. Поэтому Солнце, совершающее свой путь по эклиптикѣ въ теченіе года, будетъ полгода надъ горизонтомъ, а другую половину года—подъ горизонтомъ; а Луна,—въ круглыхъ числахъ,—двѣ недѣли надъ горизонтомъ и двѣ недѣли подъ горизонтомъ. При этомъ оба свѣтила участвуютъ, конечно, и въ суточномъ вращеніи небеснаго свода.

Итакъ, на полюсахъ Луна восходитъ и заходитъ не ежедневно, а всего по двѣнадцати разъ въ годъ. Притомъ, въ лѣтніе мѣсяцы Луна бываетъ надъ горизонтомъ лишь въ періоды новолуній, въ полнолуніе же скрывается подъ горизонтомъ. Въ зимніе же мѣсяцы, когда Солнце проходитъ вторую часть своего пути, скрытую подъ горизонтомъ,— Луна сіяетъ на полярномъ небосклонѣ въ каждое полнолуніе.

Прочія фазы Луны протекаютъ въ связи и въ зависимости отъ главныхъ. Такъ, въ долгое полярное лѣто Луна восходитъ въ фазѣ, близкой къ послѣдней четверти, и черезъ два три дня исчезаетъ, постепенно убывая, въ лучахъ Солнца. Послѣ этого вскорѣ наступаетъ невидимое для наблюдателя новолуніе; а къ концу второй недѣли Луна заходитъ подъ горизонтъ въ фазѣ близкой къ первой четверти.

Зимой, когда Солнце въ теченіе шести мѣсяцевъ проходитъ часть эклиптики, скрытую подъ горизонтомъ, Луна восходитъ въ первой четверти и затѣмъ неизмѣнно сіяетъ на небѣ въ продолженіе двухъ недѣль, проходя черезъ фазы прироста, полнолунія и ущерба, и заходитъ въ послѣдней четверти. А такъ какъ Луна одновременно участвуетъ въ суточномъ круговоротѣ всѣхъ свѣтилъ, то путь ея по небосклону представляется спиральнымъ.

Поэтому незаходящая Луна—одно изъ наиболѣе красивыхъ явленій полярныхъ странъ, гдѣ небо, вслѣдствіе сухости и прозрачности воздуха, кажется неизмѣримой глубины и высоты.

Уяснимъ еще одинъ вопросъ: какъ далеко отъ полюсовъ простираются границы поясовъ, въ предѣлахъ которыхъ доступно зрѣлище незаходящей «царицы ночи»? Очевидно, эти границы должны быть иныя, чѣмъ для Солнца. Незаходящее Солнце можно, какъ извѣстно, наблюдать не менѣе раза въ годъ къ сѣверу и къ югу отъ обоихъ полярныхъ круговъ, т. е. начиная съ $66^1/_2$° сѣверной или южной географической широты и вплоть до соотвѣтствующаго полюса[1]). Въ этихъ границахъ ежегодно, съ правильностью машины, повторяются «долгіе дни», длящіеся отъ двухъ сутокъ и до шести слишкомъ мѣсяцевъ,—смотря по широтѣ мѣста.

Для Луны же, вслѣдствіе измѣненія наклона ея орбиты къ экватору, эти области одновременно и шире, и уже. Такъ, однажды въ каждые 18—19 лѣтъ незаходящая Луна можетъ быть наблюдаема уже подъ географической широтою 61°23′ къ сѣверу или къ югу отъ экватора, какъ это явствуетъ изъ простого расчета: $90° - 28°37' = 61°23'$.

---

[1]) Граница видимости нѣсколько расширяетъ вліяніе рефракціи, т. е. преломленія лучей свѣта атмосферой Земли.

По мѣрѣ дальнѣйшаго приближенія къ которому-либо изъ полюсовъ, періоды повторяемости явленія дѣлаются все короче, пока наконецъ, начиная съ 71°41′ сѣверной или южной широты (90°—18°19′=71°41′), незаходящую Луну уже можно наблюдать изъ года въ годъ все на болѣе и болѣе продолжительные сроки. На самыхъ полюсахъ явленіе подчиняется закону правильнаго двухнедѣльнаго чередованія, какъ это описано выше.

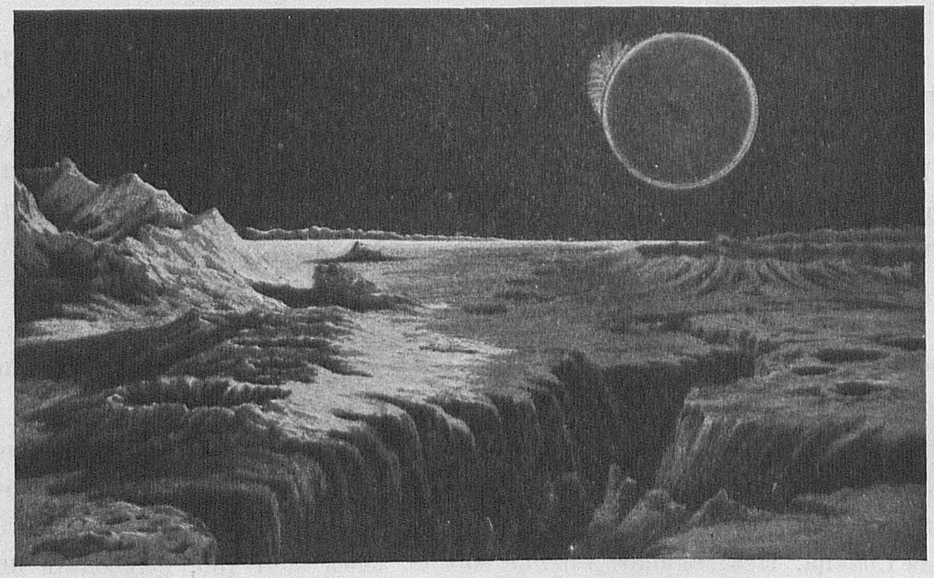


Рис. 312. Затменіе Солнца на Лунѣ.

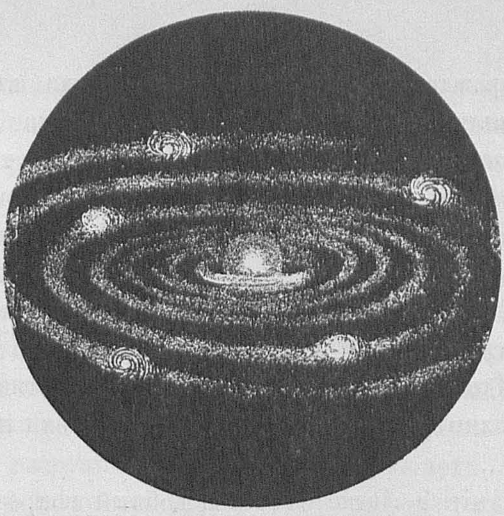


Рис. 313. Образованіе планетной системы по гопотезѣ Лапласа.

Образованіе міровъ и матерія.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ.

Отъ фантазій къ фактамъ. — Эволюція. — Небулярная или Канто-Лапласовская гипотеза и ея значеніе въ исторіи науки. — Возраженія противъ нея. — Гипотеза Фая. — Спиральная гипотеза Чемберлина и Мультона. — Гипотеза Си. — Древность вопроса о природѣ матеріи. — Мысль о единствѣ вещества. — Атомистическая гипотеза. — Электричество. — Новыя открытія. — Электронная гипотеза. — Заключеніе.

Какъ возникъ міръ, и что такое *вещество*, или *матерія*, изъ которой онъ состоитъ? Испоконъ вѣковъ всегда и неотразимо эти вопросы приковываютъ человѣческую мысль. Какъ только разсуждающій умъ станетъ лицомъ къ лицу съ міровымъ цѣлымъ, тотчасъ у него невольно возникаетъ вопросъ: откуда оно взялось? Каждая эпоха, каждая цивилизація, каждый народъ ставитъ себѣ подобный вопросъ и даетъ на него посильный отвѣтъ. Основатели религій, мыслители и поэты всѣхъ временъ постоянно обращались къ этой загадкѣ, тратя на ея разрѣшеніе бездны изобрѣтательности и фантазіи. Смутностью грезъ о мірозданіи и необузданностью воображенія поражаютъ народы древняго Востока. Пересаженныя па греко-римскую почву, эти космогоническія грезы и фантазіи нѣсколько смягчились, нисколько не потерявъ, впрочемъ, характера путаницы, противорѣчій и несогласія съ тѣмъ, что подсказываютъ опытъ и наблюденіе. Ошибочные взгляды переходили изъ поколѣнія въ поколѣніе, укоренялись и врождались. Были времена, когда въ доказательство непреложной правильности того или другого взгляда достаточно было указать на его *древность* или на *авторитетъ* извѣстнаго имени.

Монахъ Шнейдеръ изъ Ингольштадта, разсматривая Солнце въ трубу, замѣтилъ на немъ пятна. Взволнованный, прибѣжалъ онъ къ настоятелю монастыря, отцу Бюдэ, и разсказалъ объ открытіи.

— Сынъ мой!—отвѣтилъ настоятель:—я постоянно читаю и перечитываю своего Аристотеля и могу тебя увѣрить, что тамъ нѣтъ ничего подобнаго. Иди и дай отдыхъ своему уму. Пятна, которыя показались тебѣ на Солнцѣ, были въ твоихъ глазахъ или на стеклахъ твоей зрительной трубы...

Какъ возникъ міръ? Легче задать подобный вопросъ, чѣмъ на него отвѣтить. Тысячелѣтія и тысячелѣтія до Коперника человѣчество имѣло ложные взгляды на строеніе даже солнечной системы. Тѣмъ болѣе должны были быть ложны взгляды на ея происхожденіе и возникновеніе. Но, если иногда человѣческій умъ упорно и послѣдовательно идетъ по пути заблужденія, не останавливаясь передъ видимой нелѣпостью, то поразительны бываютъ и его успѣхи, когда, овладѣвъ красотой и простотой истины, онъ кладетъ ее въ основу своихъ изысканій и дальнѣйшихъ шаговъ. Какъ только усиліями Коперника, Кеплера, Галилея и Ньютона были разрушены суевѣрія и предразсудки, и въ основу взгядовъ на вселенную была положена истина о подчиненномъ и скромномъ положеніи Земли въ цѣпи мірозданія, въ наукѣ началось собираніе точныхъ и неоспоримыхъ фактовъ,—того надежнаго матеріала, изъ котораго можно было бы что либо строить.

Изъ предыдущихъ очерковъ, кажется, можно вынести обоснованное заключеніе о неисчислимости населяющихъ вселенную міровъ и разнообразіи состояній этихъ міровыхъ тѣлъ. Отъ разрѣженнѣйшей, въ тысячи и въ тысячи разъ болѣе нѣжной и неощутимой, чѣмъ нашъ воздухъ, туманности, раскинувшейся на необъятныя, поражающія умъ пространства, возможно телескопически-спектральнымъ и фотографическимъ взоромъ перенестись въ грандіознѣйшія скопленія звѣздъ-солнцъ, въ міры кратныхъ звѣздъ, проникнуть въ строеніе каждой отдѣльной звѣзды, пронаблюдать грандіозные процессы, совершающіеся на нашемъ Солнцѣ, и попробовать съ нѣкоторостью вѣроятностью объяснить непрерывную и громадную трату имъ животворящей энергіи. Въ значительной степени разгадана загадка кометъ, а рой проносящихся надъ нами падающихъ звѣздъ, метеоровъ, болидовъ и долетающихъ до земли метеоритовъ даетъ еще болѣе осязательное понятіе о строеніи и разрушеніи этихъ кометъ, о составѣ и строеніи въ надзвѣздныхъ областяхъ вещества вообще. Изслѣдована по возможности наша Луна; все болѣе и болѣе проникаемъ мы вглубь и расширяемъ свои свѣдѣнія о составѣ и строеніи Земли. Путемъ наблюденій и логическихъ сравненій сдѣланы нѣкоторыя безспорныя заключенія объ остальныхъ мірахъ нашей солнечной системы. Наблюдали, какъ въ небесахъ внезапно вспыхиваютъ и загораются «новыя звѣзды», и имѣли случай прослѣдить, какъ нѣкоторыя изъ нихъ «расползаются» въ огромныя туманности.

Словомъ, по знакомому намъ сравненію В. Гершеля, наука уже вступила въ тотъ «садъ» вселенной, гдѣ на безчисленныхъ грядахъ разсажены растенія, и каждое растеніе можно наблюдать въ различныхъ фазахъ его развитія, въ разные его возрасты—отъ зародыша до поры смерти и разрушенія. Такъ что же мѣшаетъ человѣческому уму по раскинувшейся теперь предъ его взоромъ картинѣ прослѣдить послѣдовательность и порядокъ мірозданія отъ его доступнаго уму начала до вѣроятнаго конца?

Отвѣтъ на послѣдній вопросъ ясенъ: недостаточность и несовершенство нашихъ знаній не позволяютъ еще сдѣлать безспорныхъ заключеній о происхожденіи не только всей наблюдаемой нами вселенной, но даже о происхожденіи и развитіи нашей солнечной системы. Какъ ни велики научныя завоеванія послѣднихъ двухъ-трехъ столѣтій, но область неизслѣдованныхъ или мало изслѣдованныхъ явленій еще необъятна. Единственное, что возможно пока дѣлать въ вопросахъ космогоніи (происхожденіе міра),—это высказывать предположенія (гипотезы),—съ одной стороны, не противорѣчащія фактамъ, а съ другой—объединяющія эти факты и ставящія ихъ въ причинную зависимость. И попытки установить гипотезы, основанныя на наличности уже имѣющихся фактовъ, сдѣланы.

Прежде всего есть всѣ основанія предполагать, что своего настоящаго состоянія вселенная достигла путемъ *эволюціи*. Названіемъ «эволюція» опредѣляютъ обыкновенно чрезвычайно *медленное* измѣненіе, особенно такое, которое состоитъ въ переходѣ отъ простого и неорганизованнаго къ болѣе сложному и организованному. Нѣтъ ничего прочнаго и устойчиваго въ мірѣ. Все измѣняется, все принимаетъ новыя формы, все эволюціонируетъ, и для вѣрнаго рѣшенія задачи о происхожденіи міровъ необходимо въ совершенствѣ знать какъ современное состояніе вселенной, такъ и ту послѣдовательность, въ которой совершается ея эволюція. Но до «совершенства» познаній о современной вселенной,—повторяемъ,—человѣку еще очень далеко. Сообразно съ этимъ—гадательны и неустойчивы всѣ имѣющіяся сейчасъ въ распоряженіи науки космогоническія гипотезы, хотя въ большинствѣ онѣ и ограничиваются только областью нашей солнечной системы. Конечно, по сравненію съ необоснованными фантазіями прошлаго онѣ, эти современныя космогоническія гипотезы, представляютъ огромный шагъ впередъ. Но кто поручится за ихъ будущее?

Попробуемъ дать понятіе о нѣкоторыхъ изъ этихъ космогоническихъ взглядовъ, сыгравшихъ въ исторіи новѣйшей науки и въ развитіи понятій о мірозданіи весьма значительную роль.

Трое изъ величайшихъ мыслителей новѣйшаго времени: Кантъ, Лапласъ и В. Гершель сдѣлали первыя попытки проникнуть въ тайну порядка возникновенія міровъ. Всѣ трое *независимо* одинъ отъ другого,—что очень важно,—пришли къ одному и тому же выводу. Кантъ шелъ чисто-философскимъ, умозрительнымъ путемъ; Лапласъ—путемъ математическаго изслѣдованія и, наконецъ, В. Гершель—путемъ непосредственнаго наблюденія. И всѣ трое пришли къ одинаковому заключенію, что какъ отдѣльные міры, такъ и цѣлыя міровыя системы и необъятныя скопленія звѣздъ—все это должно было возникнуть однимъ и тѣмъ же путемъ: путемъ постепеннаго сгущенія и затѣмъ раздѣленія невообразимо огромной первичной туманности.

Выводы и мысли генія всегда, конечно, имѣютъ право на самое внимательное и серьезное отношеніе. Если же на одномъ и томъ же сходятся три всеобще признанныхъ свѣточа человѣческаго знанія, то ихъ взглядъ пріобрѣтаетъ тѣмъ большій вѣсъ. И дѣйствительно, Канто-Лапласовская, или *небулярная* космогоническая гипотеза сыграла огромную роль не только въ исторіи современной астрономіи, но оказала вліяніе на всю науку и философію XIX-го вѣка. Защитники и послѣдователи ея существуютъ по настоящее время.

Рис. 314. Кантъ.

И Кантъ, и Лапласъ имѣли предшественниковъ. Первая сколько нибудь научная теорія эволюціи солнечной системы и—даже шире—эволюціи всей звѣздной вселенной была опубликована въ 1750 г. англичаниномъ Райтомъ (Wright). Райтъ предполагалъ, что Млечный Путь состоитъ изъ громаднаго числа системъ, въ родѣ нашей солнечной, расположенныхъ въ видѣ большого двойного кольца, которое вращается вокругъ оси, перпендикулярной къ его плоскости. Солнечной системы онъ касался только мимоходомъ, какъ примѣра для нѣкоторыхъ изъ своихъ смѣлыхъ построеній относительно звѣздной вселенной.

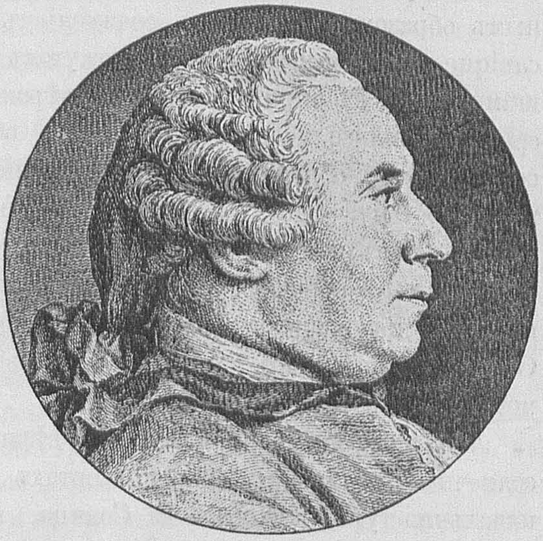


Рис. 315. Лапласъ.

Сочиненіе Райта попало въ руки тогда еще молодого Канта (1724—1804), и геніальный мыслитель принялся самъ за изслѣдованіе задачъ космогоніи. Въ 1755 году Кантъ напечаталъ по этому вопросу цѣлое сочиненіе: «Общая естественная исторія и теорія неба», гдѣ, принимая общія идеи Райта относительно строенія Млечнаго Пути, самъ развиваетъ свою теорію эволюціи солнечной системы. Онъ прямо поставилъ вопросъ о ростѣ солнечной системы изъ болѣе простого состоянія и выдвинулъ предположеніе, что вначалѣ вся матерія, которая заключается теперь въ различныхъ членахъ нашей солнечной системы, находилась въ состояніи крайне разрѣженной облачности или туманности и была равномѣрно разсѣяна по всему пространству, занятому этими тѣлами. Кантъ считалъ это простѣйшей гипотезей для *начальнаго* состоянія любой системы. Нарушеніе однородности первичной массы онъ приписывалъ различію составляющихъ ее элементовъ и различію ихъ силы притяженія. Онъ предполагалъ, что болѣе тяжелыя частицы должны были притягивать къ себѣ болѣе легкія сосѣднія и что полученныя такимъ путемъ небольшія скопленія должны были постепенно расти отъ прибавленія меньшихъ массъ. Эти скопленія сначала двигались во всевозможныхъ направленіяхъ, но затѣмъ, послѣдовательныя столкновенія между ними должны были свести всѣ скопленія къ немногимъ массамъ, которыя двигались въ одномъ направленіи и по круговымъ почти орбитамъ, подчиняясь силѣ центральнаго притяженія, и т. д. Изложеніе многихъ отдѣльныхъ вопросовъ у Канта обнаруживаетъ поразительную силу ума и способность обобщенія. Но свѣдѣнія его о физическихъ законахъ часто неправильны, а потому доказательства — ошибочны. Поэтому, какъ ни интересенъ трудъ Канта съ чисто исторической точки зрѣнія, но истиннымъ создателемъ стройной и увлекательной по своей кажущейся простотѣ небулярной гипотезы надо считить Пьера Симона Лапласа (1749—1827).

Великую и заслуженную славу въ наукѣ Лапласъ пріобрѣлъ главнымъ образомъ обширнымъ сочиненіемъ «Небесная механика» («Mécanique céleste» вышла въ промежутокъ 1799—1825) и замѣчательнѣйшими изслѣдованіями по теоріи вѣроятностей. Но всемірную славу среди не только ученыхъ, но просто образованныхъ людей Лапласу составило его общедоступное «Изложеніе системы міра», появившееся въ 1796 году. Этотъ величайшій ученый (и не всегда, увы, достойный человѣкъ) имѣлъ похвальное обыкновеніе выражать превосходнымъ слогомъ и въ общедоступной формѣ результаты своихъ глубокомысленнѣйшихъ математическихъ изысканій, доступныхъ только спеціалистамъ. Образчикъ подобнаго изложенія по поводу интересующаго насъ предмета сейчасъ ниже мы приводимъ.

Лапласова небулярная или, еще вѣрнѣе, *кольцевая* гипотеза эволюціи солнечной системы въ общихъ чертахъ состоитъ въ томъ, что первоначальная туманная оболочка Солнца, имѣвшая чрезвычайно высокую температуру, простиралась за орбиту самой далекой планеты нашей системы. Вся эта масса вращалась, какъ твердое тѣло, въ томъ направленіи, въ которомъ движутся планеты теперь. Размѣры солнечной оболочки обусловливались главнымъ образомъ, расширеніемъ чрезвычайно нагрѣтыхъ паровъ и отчасти центробѣжнымъ ускореніемъ вслѣдствіе вращенія. По мѣрѣ потери тепла излученіемъ эта масса, подъ вліяніемъ взаимнаго тяготѣнія частей, постепенно сжималась. Одновременно съ ея сжатіемъ необходимо возрастала и скорость ея вращенія. По истеченіи нѣкотораго времени центробѣжное ускореніе на экваторѣ становилось равнымъ притяженію и отъ массы отрывалось кольцо, тогда какъ остальная часть продолжала сокращаться. Такое кольцо отрывалось на разстояніи каждой нынѣшней планеты. Подобное кольцо едва ли могло быть совершенно однородно и, раздѣлившись въ одной точкѣ, оно, въ силу взаимныхъ притяженій своихъ частей, соединялось въ какой-нибудь другой точкѣ и образовывало планету (см. рис. 313). Наконецъ, спутники образовались изъ колецъ, которыя давало сжатіе планетъ, единственный примѣръ чего, существующій теперь, представляетъ кольцо Сатурна.

Вотъ что говоритъ объ этомъ самъ Лапласъ въ послѣдней главѣ своего «Изложенія системы міра» («Exposition du système de Monde»).

Хотя члены планетной системы и самостоятельны, тѣмъ не менѣе они обнаруживаютъ удивительныя взаимныя отношенія, дающія возможность судить о самомъ возникновеніи системы. При внимательномъ наблюденіи мы съ удивленіемъ замѣчаемъ, что всѣ планеты вращаются вокругъ Солнца по направленію съ запада на востокъ и притомъ почти въ одной плоскости. Луны вращаются вокругъ своихъ планетъ въ томъ же направленіи и почти въ той же плоскости, въ какой вращаются и самыя планеты. Наконецъ, Солнце, планеты и лу́ны, вращательное движеніе которыхъ вокругъ своихъ осей было доказано, вращаются точно такъ же въ одномъ и томъ же направленіи и притомъ почти всегда въ плоскости своихъ орбитъ. Подобное необыкновенное явленіе не можетъ быть игрою случая. Оно указываетъ на нѣкоторую общую причину, опредѣлившую направленіе всѣхъ этихъ движеній.

Другое, не менѣе замѣчательное явленіе—это малый эксцентриситетъ планетныхъ и лунныхъ орбитъ, между тѣмъ какъ пути кометъ представляются сильно растянутыми. Орбиты солнечной системы не обнаруживаютъ такимъ образомъ промежуточныхъ ступеней въ мѣрѣ эксцентриситета. И это обстоятельство мы должны считать слѣдствіемъ закономѣрно дѣйствующей причины. Благодаря одной только случайности, планеты не могли бы имѣть почти круговыхъ орбитъ.

Итакъ, для того, чтобы дойти до познанія причины движенія планетной системы, нужно обратиться къ разсмотрѣнію пяти группъ явленій: 1) Движенія планетъ въ томъ же направленіи и почти въ одной плоскости. 2) Движенія спутниковъ, совершающагося въ томъ же направленіи и въ такомъ же смыслѣ, какъ и движеніе планетъ. 3) Вращенія различныхъ членовъ солнечной системы вокругъ своей оси, происходящаго въ томъ же направленіи и притомъ почти въ той же плоскости. 4) Малаго эксцентриситета планетныхъ и лунныхъ орбитъ. 5) Значительнаго эксцентриситета кометныхъ путей.

Сколько мнѣ извѣстно, Бюффонъ [1]) первый, со времени установки истинной системы міра, сдѣлалъ попытку обратиться къ вопросу о происхожденіи планетъ и ихъ спутниковъ. Онъ считаетъ, что комета при своемъ паденіи къ Солнцу оторвала часть его матеріи, которая послѣ удаленія кометы отъ Солнца превратилась въ маленькіе и большіе шары, различно удаленные отъ Солнца.

Эти-то шары и образовали собою планеты и ихъ спутниковъ, впослѣдствіи застывшихъ и потемнѣвшихъ. Такая гипотеза удовлетворяетъ лишь первому изъ пяти вышеуказанныхъ явленій, такъ какъ само собою очевидно, что всѣ такимъ путемъ происшедшія тѣла должны, приблизительно, двигаться въ той плоскости, которая проходитъ черезъ центръ Солнца и черезъ путь матеріальнаго потока, создавшаго эти тѣла. Остальнымъ четыремъ явленіямъ эта гипотеза, по моему мнѣнію, не даетъ объясненія; незначительный эксцентриситетъ планетныхъ орбитъ говоритъ какъ разъ противъ нея. Изъ теоріи дѣйствія центральныхъ силъ извѣстно, что если тѣло движется вокругъ Солнца и при этомъ касается его поверхности, то оно при каждомъ своемъ оборотѣ должно снова къ ней возврщаться. Изъ этого должно бы слѣдовать, что если планеты первоначально оторваны отъ Солнца, то онѣ послѣ каждаго оборота должны были бы его снова касаться, и потому ихъ орбиты были бы не круговыми, а сильно эксцентрическими.

Посмотримъ же, возможно ли извѣдать истинную причину вышеупомянутыхъ явленій.

Такъ какъ эта причина обусловливала и регулировала движенія планетъ и ихъ спутниковъ, то она должна была, какова бы ни была ея природа, распространяться на всѣ тѣла. Принимая во вниманіе громадные промежутки, которые отдѣляютъ планеты другъ отъ друга, она могла дѣйствовать въ сферѣ жидкости, занимавшей огромное пространство. Если она сообщила планетамъ почти круговыя и одинаково направленныя движенія вокругъ Солнца, то необходимо допустить, что эта жидкость окружила Солнце наподобіе атмосферы. Наблюденія надъ планетными движеніями приводятъ насъ, такимъ образомъ, къ необходимости принять, что солнечная атмосфера первоначально простиралась во всемъ пространствѣ планетныхъ орбитъ и что она постепенно сжималась до своего нынѣшняго объема.

---

[1]) Бюффонъ (Buffon) (1708—1778). Знаменитый естествоиспытатель говоритъ объ этомъ въ своемъ сочиненіи «Естественная исторія» («Histoire naturelle»).

Огромный экцентриситетъ кометныхъ путей приводитъ къ тому же выводу. Въ настоящее время могутъ существовать лишь такія кометы, которыя въ то время находились внѣ этой солнечной атмосферы. Ихъ наклоненіе должно обнаруживать такія неправильности, какъ будто эти тѣла были брошены въ пространствѣ совершенно зря, такъ какъ мы не приписываемъ солнечной атмосферѣ вліянія на ихъ движенія. Но какимъ образомъ эта атмосфера могла вызвать движенія планетъ вокругъ своихъ осей? Можно предполагать, что эти тѣла происходили благодаря послѣдовательному охлажденію и сжатію поясовъ солнечной атмосферы въ плоскости солнечнаго экватора. Спутники же подобнымъ образомъ произошли изъ атмосферы планеты. Пять вышепоименованныхъ явленій безъ всякой натяжки объясняются этимъ допущеніемъ, получающимъ еще болѣе прочное подтвержденіе въ существованіи колецъ Сатурна.

Обратимъ теперь нашъ взоръ за предѣлы солнечной системы. Безчисленное множество солнцъ, быть можетъ, представляющихъ собою центры такого же числа планетныхъ системъ, разсѣяны въ неизмѣримомъ міровомъ пространствѣ. Ихъ удаленіе такъ велико, что діаметръ земной орбиты по сравненію съ этими разстояніями ничтожно малъ. Многія изъ этихъ звѣздъ обнаруживаютъ удивительную періодическую измѣнчивость въ яркости блеска и въ цвѣтѣ; нѣкоторыя мгновенно появились и также мгновенно исчезли послѣ того, какъ въ теченіе нѣкотораго времени посылали свой яркій свѣтъ на Землю. Какія могущественныя явленія должны были разыгрываться на поверхности этихъ тѣлъ для того, чтобы, несмотря на громадныя разстоянія, онѣ могли быть замѣтными.

Изученіе перемѣнныхъ звѣздъ, періодическія измѣненія въ ихъ яркости, точно такъ же, какъ и собственныя движенія всѣхъ неподвижныхъ звѣздъ, которыя подъ вліяніемъ взаимныхъ притяженій и, вѣроятно, также первоначально полученныхъ толчковъ описываютъ невѣроятныя орбиты — вотъ важнѣйшія задачи будущей астрономіи.

Повидимому, всѣ эти міровыя тѣла никоимъ образомъ не разсѣяны равномѣрно въ пространствѣ, но образуютъ опредѣленныя группы, изъ которыхъ каждая состоитъ изъ милліардовъ звѣздъ. Наше Солнце и наиболѣе яркія звѣзды принадлежатъ, вѣроятно, къ той изъ этихъ группъ, которая, наблюдаемая съ нашего мѣста въ пространствѣ, кажется намъ растянутою по небу и образующею Млечный Путь. Огромное количество звѣздъ, видимыхъ въ хорошій телескопъ, если его направить на Млечный Путь, говоритъ въ пользу неизмѣримой глубины этого слоя небесныхъ тѣлъ, — глубины, которая въ тысячи разъ больше разстоянія между Землею и Сиріусомъ.

Если представить себѣ, что мы станемъ все болѣе и болѣе удаляться отъ этого слоя, то онъ намъ представится, наконецъ, въ видѣ блѣднаго скученнаго свѣтящагося пятна небольшихъ размѣровъ. При этихъ условіяхъ иррадіація, имѣющаяся даже и въ самыхъ лучшихъ зрительныхъ трубахъ, приведетъ промежутки, существующіе между отдѣльными звѣздами, къ нулю. Такимъ образомъ, вѣроятно, что большинство туманныхъ пятенъ представляетъ группы звѣздъ, видимыя на огромныхъ разстояніяхъ, и что стоило бы только приблизиться къ нимъ, чтобы онѣ намъ представились подобными нашему Млечному Пути.

Теперь остается только опредѣлить путь Солнца и центръ тяжести его туманнаго пятна. Но если требовались цѣлыя столѣтія, чтобы познать движенія планетной системы, то какое же невѣроятное время потребуется для изученія орбитъ Солнца и неподвижныхъ звѣздъ? Многія наблюденія говорятъ въ пользу того, что солнечная система приближается къ созвѣздію Геркулеса.

И въ нашей собственной системѣ остается еще сдѣлать не мало открытій. Планета Уранъ и ея въ послѣднее время открытые спутники даютъ основанія къ допущенію, что существуютъ еще нѣкоторыя, до сихъ поръ не открытыя планеты [1]). Точно также для многихъ планетъ и большинства спутниковъ остается опредѣлить ихъ вращеніе вокругъ оси и ихъ сжатіе; кромѣ того, еще до сихъ поръ съ достаточной точностью не опредѣлена масса всѣхъ этихъ тѣлъ.

Астрономія, во всемъ своемъ цѣломъ, представляетъ прекраснѣйшій памятникъ человѣческаго духа, благороднѣйшее свидѣтельство его разума. Возбужденный обманомъ чувствъ и своею собственною темнотой, человѣкъ долго считалъ себя центромъ вокругъ котораго движутся свѣтила. Наконецъ, работа столѣтій сорвала завѣсу, за которою скрывалась истинная система міра. И тогда только человѣкъ понялъ, что связанъ съ одной планетою, которая среди громадной солнечной системы ничтожно мала. Онъ понялъ, что и сама солнечная система, въ свою очередь, ничтожно мала сравнительно съ неизмѣримою величиною мірового пространства.

Трудно даже приблизительно учесть то огромное вліяніе, которое оказала гипотеза Лапласа на всю науку, на все міровоззрѣніе прошлаго вѣка, начиная богословіемъ и кончая хотя бы геологіей. За нее, казалось, говорили всѣ извѣстные въ его время факты, за ней же стоялъ огромный авторитетъ имени автора и его блестящее изложеніе. То, что Лапласъ, не задаваясь цѣлью объяснить всю вселенную, ограничился только эволюціей солнечной системы, дѣлало его гипотезу въ глазахъ иныхъ еще болѣе основательной. Вскорѣ она была принята всѣми, и многими, кстати сказать, съ бо̀льшимъ довѣріемъ, чѣмъ относился къ своимъ взглядамъ самъ Лапласъ: его гипотезу возвели было даже въ почетный санъ «теоріи». Но время шло, совершенствовались теорія и практика астрономіи, накоплялись новые факты, то не укладывавшіеся въ небулярную гипотезу, то прямо противорѣчившіе ей. Въ настоящее время противъ гипотезы Лапласа существуетъ много возраженій, главнѣйшія изъ которыхъ собраны въ трудахъ американскихъ ученыхъ, Чемберлина и Мультона, подвергшихъ гипотезу Лапласа обстоятельному разбору. Вотъ нѣкоторыя изъ этихъ возраженій:

---

[1]) Открытіе планеты по ту сторону Урана послѣдовало въ 1846 г. См. стр. 223 и сл. настоящей книги.

1. Теорія колецъ не объясняетъ значительныхъ взаимныхъ наклоновъ плоскостей планетныхъ орбитъ и наклона плоскости солнечнаго экватора къ общей плоскости всей системы.

2. Теорія колецъ не даетъ объясненія эксцентриситетовъ планетныхъ орбитъ.

3. Орбиты астероидовъ противорѣчатъ теоріи колецъ.

4. Скорости обращенія спутника Марса, Фобоса, и внутреннихъ частицъ Сатурнова кольца не получаютъ удовлетворительнаго объясненія.

5. Остается безъ объясненія присутствіе легкихъ химическихъ элементовъ на Землѣ.

6. Рядъ колецъ не могъ оторваться.

7. Кольцо не могло уплотниться въ планету.

8. Обратныя движенія девятаго спутника Сатурна и (вѣроятно) седьмого спутника Юпитера прямо противорѣчатъ этой теоріи.

Въ результатѣ приходится придти къ выводу, что гипотеза Лапласа уже не удовлетворяетъ требованіямъ науки. Въ исторіи развитія астрономическихъ знаній она сдѣлала свое дѣло и, повидимому, теперь должна уступить мѣсто инымъ взглядамъ.

Еще раньше упомянутыхъ Мультона и Чемберлина лапласовскую гипотезу подвергъ обстоятельной критикѣ уже не разъ упомянутый въ этой книгѣ астрономъ Фай[1]) (1814—1902), который также пришелъ къ заключенію, что кольцевая гипотеза не согласуется съ современной наличностью научныхъ данныхъ. Фай, въ свою очередь, даетъ новую космогоническую гипотезу. Гипотеза Фая шире лапласовской и пробуетъ охватить эволюцію мірозданія всей вселенной вообще. Картина, рисуемая этимъ астрономомъ, величественна и заслуживаетъ вниманія читателя.

По Фаю безконечное пространство наполнено разсѣянной матеріей, которая подчинена тяготѣнію и охвачена движеніями. Исполинскіе потоки вещества несутся вдаль съ различной скоростью. Отсюда рождаются чудовищные вихри. Внутреннія движенія раздѣляютъ хаосъ на

---

[1]) Удерживаемъ такое правописаніе и произношеніе фамиліи знаменитаго астронома, потому что оно привилось въ большинствѣ солидныхъ русскихъ астрономическихъ сочиненій. Хотя правильнѣе, казалось бы, писать и произносить Фэ, или Фэй, французское Faye.

Рис. 316. Фай.

хлопья или облака. Хаотическія облака сгущаются и даютъ начало мірамъ.

Нѣкоторые изъ упомянутыхъ хлопьевъ состояли изъ однихъ упругихъ газовъ, въ родѣ водорода и азота. Они сохранились донынѣ въ видѣ туманностей, имѣющихъ иногда самыя причудливыя формы, какъ, напримѣръ, знаменитое пятно Оріона (см. выше, стр. 174 и слѣд.), которое расползается по небу во всѣ стороны, поражая наблюдателя исполинскими размѣрами: поверхность одной блестящей средины пятна окажется въ 640 000 милліоновъ разъ больше, чѣмъ поверхность Солнца. Другіе хлопья приняли видъ правильныхъ голубоватыхъ шаровъ, ихъ называютъ теперь планетарными туманностями. Третьи обладали внутреннимъ вихревымъ движеніемъ; изъ нихъ развились спирали и кольца, въ родѣ извѣстнаго кольца въ созвѣздіи Лиры.

Большинство этихъ представляемыхъ Фаемъ облаковъ обладало разнообразными химическими элементами. Такія скопленія способны переходить въ жидкое и твердое состоянія; изъ нихъ-то и развились звѣздныя образованія. Представьте неизмѣримое облако, гдѣ частицы стягиваются къ очень многимъ центрамъ. Черезъ милліоны лѣтъ оно превратится въ звѣздную кучу. Что можетъ быть величественнѣе подобнаго скопленія звѣздъ въ созвѣздіи «Гончихъ Псовъ»? Передъ глазами наблюдателя настоящій вихрь; но онъ мететъ и кружитъ не крошечныя пылинки, а сонмы пылающихъ солнечныхъ шаровъ.

Можетъ образоваться облако, обладающее тѣмъ же внутреннимъ вращеніемъ и тою же неправильною формою, но матерія его скопляется къ двумъ только центрамъ. Получится двойная звѣзда: разовьются два солнца, и одно будетъ кружится около другого. Эти пары звѣздъ проявляютъ, какъ извѣстно, иногда необыкновенное разнообразіе окраски. Среди нихъ встрѣчаются розовыя и синія,

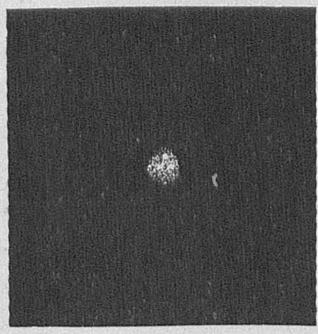


Рис. 317. Планетарная туманность въ Андромедѣ.

кроваво-красныя и нѣжно-голубыя и всякихъ иныхъ цвѣтовъ и оттѣнковъ солнца.

Возьмемъ, наконецъ, самый правильный обрывокъ хаоса: облако шаровидной формы, охваченное внутреннимъ вихремъ. Во что превратится оно въ концѣ своего сгущенія? «Въ солнечную систему, подобную нашей», отвѣчаетъ Фай. Въ центрѣ явится огромный пылающій шаръ; кругомъ него будетъ носиться рой планетъ и спутниковъ. Здѣсь талантливый астрономъ переходитъ къ эволюціи нашей солнечной системы.

Эта эволюція, по Фаю, не такъ проста и наглядна, какъ въ гипотезѣ Лапласа. Чтобы имѣть о ней хотя бы самое общее и сжатое понятіе, замѣтимъ слѣдующее:

Представимъ себѣ шаровой однородный слой, который притягиваетъ нѣкоторую *внѣшнюю* точку такъ, какъ если бы вся масса этого слоя была сосредоточена въ его центрѣ. Въ такомъ случаѣ механика учитъ, что притяженіе можетъ происходить, въ зависимости отъ разныхъ условій, по тремъ слѣдующимъ законамъ:

1) Притяженіе пропорціонально разстоянію; 2) притяженіе обратно-пропорціонально квадрату разстоянія (случай ньютоновскаго притяженія); 3) притяженіе составлено изъ двухъ предыдущихъ.

Гипотеза Фая принимаетъ, что въ различные періоды эволюціи солнечной системы центральная сила системы дѣйствовала поочередно по каждому изъ этихъ законовъ. Назовемъ, для краткости, эти законы *первымъ*, *вторымъ* и *третьимъ* законами притяженія въ томъ порядкѣ, какъ они только что приведены. Тогда, по гипотезѣ Фая, солнечная система эволюціонировала въ такомъ порядкѣ:

Начальныя условія. Однородный хаотическій клубокъ, почти сферической формы, внутри котораго часть матеріи находится въ медленномъ круженіи.

1-й періодъ. Внутренняя центральная сила дѣйствуетъ по первому закону притяженія. Круженіе вещества регулируется и образуются кольца, вращающіяся въ одной плоскости и въ прямомъ направленіи около центра тяжести клубкà. Остальныя части хаотическаго клубкà, не вошедшія въ составъ колецъ, стремятся къ центру, описывая во всѣхъ направленіяхъ удлиненные эллипсы, центромъ которыхъ служитъ центръ клубкà.

2-й періодъ. Центральная сила дѣйствуетъ по тому же закону. Изъ колецъ, болѣе близкихъ къ центру *скопленія*, образуются планеты. Образуются спутники планетъ. Матерія начинаетъ группироваться въ центрѣ *скопленія*. Начинаетъ образовываться центральное тѣло системы.

3-й періодъ. Центральная сила дѣйствуетъ по третьему закону притяженія. Продолжается медленное образованіе Солнца. Планеты приближаются къ Солнцу. Образуется система Урана. Образуется система Нептуна.

4-й періодъ. Центральная сила дѣйствуетъ по второму закону притяженія. Солнце окончательно сформировалось, покрылось фотосферой и не получаетъ болѣе матеріи извнѣ. Движенія системы прочно устанавливаются. Наступаетъ прочное равновѣсіе системы.

Читатель, усвоившій эту бѣглую схему гипотезы Фая, несомнѣнно обратитъ вниманіе на то, что по выводамъ Фая Солнце появилось *позже* Земли и большинства другихъ планетъ. Только Уранъ и Нептунъ образовались послѣ Солнца, и оно имѣло непосредственное вліяніе на направленія ихъ вращенія и на обращеніе ихъ спутниковъ. Эти заключенія Фая представляются въ особенности удивительными для насъ, выросшихъ, вообще говоря, на Канто-Лапласовскихъ космогоническихъ представленіяхъ. И тѣмъ не менѣе слѣдуетъ имѣть въ виду, что гипотеза Фая болѣе Лапласовой согласна съ нѣкоторыми фактами, извѣстными наукѣ. Наряду съ ней предложены и другія.

Вмѣсто Лапласовой кольцевой (небулярной) гипотезы Чемберлинъ и Мультонъ выдвигаютъ свою «спиральную» гипотезу, названную ими «планетезимальной». По ихъ мнѣнію, эволюція каждой міровой системы должна обязательно проходить черезъ спиральную форму. И это соображеніе имѣетъ весьма вѣское подтвержденіе въ томъ фактѣ, что огромное большинство наблюдаемыхъ туманностей имѣетъ спиральное строеніе. По гипотезѣ Чемберлина и Мультона, не необъятныя газовыя массы, а громадные спиральные рои *отдѣльныхъ* частичекъ вещества даютъ начало образованію міровыхъ системъ. Каждая изъ такихъ частичекъ движется по своей орбитѣ подобно планетѣ, поэтому авторы и назвали свою гипотезу — планетезимальной.

Существуетъ еще одна новая и оригинальная космогоническая гипотеза Си (See), которую можно назвать «гипотезой захвата». По мнѣнію Си, и планеты и ихъ спутники суть самостоятельно образовавшіяся тѣла, случайно подошедшія во время своихъ небесныхъ блужданій близко къ Солнцу. Послѣднее своимъ могучимъ притяженіемъ захватило ихъ и подчинило своей власти. Точно также путемъ захвата постороннихъ тѣлъ, приблизившихся къ нимъ, пріобрѣли себѣ спутниковъ и планеты. Ограничимся этими намеками. Входить въ большія подробности по поводу какъ этой, такъ и планетезимальной гипотезы не будемъ, предоставляя остальное самодѣятельности и любознательности читателя. Напомнимъ только кстати, что къ указаннымъ гипотетическимъ эволюціямъ міровыхъ системъ надо прибавить еще ту *приливную* эволюцію, указанія на которую приведены въ IX-ой главѣ, посвященной Лунѣ.

Если говорятъ о постройкѣ, то сама собой возникаетъ мысль и о матеріалѣ, или веществѣ, изъ котораго сдѣлана эта постройка. Въ величественныхъ картинахъ возникновенія и строенія міровъ, рисуемыхъ современной научной мыслью, точно также исходятъ отъ нѣкоего «нѣчто», изъ котораго образовалось все. Подобное *нѣчто* необходимо должно существовать, такъ какъ еще великій философъ древности Демокритъ справедливо утверждалъ, что «изъ ничего и не будетъ ничего». Это наполняющее вселенную и все созидающее въ ней «нѣчто» принято называть *веществомъ*, или *матеріей*, и всѣ почти космогоническія гипотезы излагаютъ обыкновенно эволюцію міровыхъ системъ, отправляясь отъ нѣкоего *первичнаго состоянія матеріи*.

Что же такое матерія? Каково ея строеніе? И что это за первичное ея состояніе?

Вопросъ о природѣ и строеніи матеріи возникъ и существуетъ столько же времени, сколько живетъ и мыслитъ человѣкъ на Землѣ. Почему вопросъ такъ старъ, и почему человѣчество со все болѣе и болѣе возрастающей энергіей трудится надъ его разрѣшеніемъ, понятно безъ долгихъ разсужденій. Уразумѣвъ и понявъ, что такое матерія, люди уразумѣли и поняли бы если не все, то почти все самое главное и нужное для нихъ. Но мѣняются времена и постоянно мѣняются научные взгляды на сущность и строеніе того матеріала, изъ которато созданы всѣ тѣла природы. Какъ разъ въ настоящее время наука переживаетъ удивительный и полный захватывающаго интереса періодъ, когда всѣ, казалось бы, прочно установившіеся и непоколебимые взгляды на строеніе матеріи подвергаются самому безпощадному пересмотру, который, быть можетъ, закончится коренной переработкой прежнихъ воззрѣній на матерію, а то и устраненіемъ старыхъ и полнымъ господствомъ новыхъ взглядовъ на этотъ предметъ.

Указаніями на важнѣйшіе моменты въ развитіи ученія о матеріи мы и закончимъ эту книгу.

Интересно прежде всего то упорство, съ которымъ человѣческая мысль, начиная съ глубочайшей древности, ищетъ *единства* матеріи, другими словами, отыскиваетъ такой первичный элементъ, изъ котораго можно было бы возсоздать все видимое разнообразіе окружающаго насъ вещества. Не разъ упоминаемый въ этой книгѣ Аристотель строилъ всю физическую природу изъ четырехъ «стихій»—воздуха, воды, земли и огня. Но, несмотря на весь авторитетъ Аристотеля, древніе не мирились съ четырьмя стихіями и сводили ихъ къ одному первобытному веществу. На это указываетъ Платонъ въ своемъ «Тимеѣ»:

«Намъ кажется, что вода, уплотняясь, превращается въ камень и въ землю; разрѣжаясь, она переходитъ въ вѣтеръ и воздухъ; зажженный воздухъ превращается въ огонь; огонь же, сгущенный и потушенный, снова принимаетъ форму воздуха, а послѣднiй превращается въ туманъ, который расплывается въ воду. Изъ воды, наконецъ, получаются земля и камни».

Мысль о единствѣ вещества изъ древности перешла въ среднiе вѣка и создала своеобразную науку—алхимiю, мать современной химiи. Читателю, вѣроятно, извѣстно, что алхимики отыскивали секретъ превращенiя неблагородныхъ металловъ въ золото. И они были по своему логичны и правы. Разъ «первоэлементъ», изъ котораго создаются всѣ виды вещества, существуетъ, то отыскиванiе способа превращенiя металловъ вовсе не является абсурдомъ. Но исканiе «первоэлемента», этого «*философскаго камня*», были столь продолжительны и безплодны, а «научные» прiемы многихъ алхимиковъ были столь необыкновенны, а иногда прямо таки недобросовѣстны, что начиная съ 17-го вѣка всѣ почти болѣе вдумчивые и добросовѣстные наблюдатели отказываются отъ исканiй «философскаго камня» и начинаютъ заниматься изученiемъ и наблюденiемъ болѣе скромныхъ явленiй окружающей природы. Длинный перiодъ алхимiи смѣнился сначала «вѣкомъ флогистона» [1] и, наконецъ, современной химiей, начиная съ великаго Лавуазье (1743-1794). Въ основу этой химiи Лавуазье, съ одной стороны, положилъ принципъ о вѣчности и неизмѣняемости матерiи, а съ другой,—Дальтонъ (въ 1808 г.) внесъ ту *атомистическую гипотезу* строенiя вещества, которая въ теченiе всего 19-го столѣтiя играла въ наукѣ господствующую роль.

Слѣдуетъ замѣтить, что атомистическая гипотеза была установлена еще въ древности Демокритомъ, Лейкипомъ и Эпикуромъ, но ея научное значенiе было весьма невелико, пока не появилось сочиненiе Дальтона, посвященное этому предмету и получившее особенную силу послѣ работъ Берцелiуса, который, исходя изъ началъ, установленныхъ Дальтономъ, произвелъ цѣлый рядъ обширныхъ изслѣдованiй о вѣсовыхъ количествахъ веществъ, вступающихъ въ химическiя соединенiя, и далъ первыя обширныя таблицы *относительныхъ вѣсовъ* атомовъ.

Атомистическое *ученiе* древнихъ представляло лишь общiй философскiй принципъ. При помощи его можно было представлять себѣ болѣе или менѣе наглядно физическiй мiръ, но не двигать науку. Въ этомъ отношенiи дальтоновскiй атомизмъ является совершенно отличнымъ отъ атомизма греческихъ философовъ—онъ является *методомъ* для дальнѣйшаго усовершенствованiя химiи. Сущность этой атомистической гипотезы состоитъ въ слѣдующемъ:

---

[1] Особая теорiя горѣнiя тѣлъ, созданная ученымъ Георгомъ Эрнстомъ Сталемъ (1660—1734), имѣвшая одно время большой успѣхъ.

Всякое тѣло (все равно,—твердое, жидкое или газообразное) считается состоящимъ изъ мельчайшихъ невидимыхъ частицъ, называемыхъ *молекулами*. Всѣ тѣ частицы (молекулы), которыя составляютъ какое-нибудь опредѣленное тѣло, совершенно равны между собою, но могутъ отличаться отъ другихъ, которыя, будучи также тождественны между собою, образуютъ массу *другого* тѣла. Каждая молекула, въ свою очередь, состоитъ изъ еще болѣе мелкихъ частицъ, называемыхъ *атомами*, при чемъ атомы, входящіе въ составъ молекулы, различны между собою, если дѣло идетъ о молекулѣ *сложнаго* тѣла, и, наоборотъ, тождественны между собою, если мы имѣемъ дѣло съ *простымъ* тѣломъ, или такъ называемымъ *химическимъ элементомъ*.

Различные химическіе элементы состоятъ, такимъ образомъ, изъ различнаго рода атомовъ, которые, соединяясь между собою въ различныхъ количествахъ и различнымъ способомъ, образуютъ молекулы всѣхъ тѣлъ, существующихъ въ природѣ.

Молекулы, составляющія хотя бы самое твердое и плотное по нашимъ понятіямъ тѣло, не соприкасаются другъ съ другомъ, но отдѣлены другъ отъ друга промежутками и притомъ—промежутками большими, чѣмъ поперечникъ самой молекулы. Кромѣ того, молекулы находятся постоянно въ состояніи чрезвычайно быстраго движенія. Слѣдовательно, всѣ безъ исключенія тѣла природы имѣютъ не сплошное, но *пористое* построеніе, незамѣтное глазу и даже микроскопу только по своей чрезвычайной малости.

Какъ сказано, каждая молекула представляетъ собою систему атомовъ и притомъ опять-таки систему *движущихся* атомовъ. Все говоритъ за то, что молекула напоминаетъ до извѣстной степени солнечную систему въ миніатюрѣ, составные элементы которой обладаютъ весьма быстрыми круговыми движеніями.

Видѣть молекулу какого-либо тѣла человѣческому глазу не удалось. Но безчисленные опыты, всякаго рода косвенныя измѣренія и получаемые отсюда выводы даютъ хорошее понятіе о ея размѣрахъ и вѣсѣ, при чемъ наиболѣе точныя вычисленія относятся къ газообразнымъ тѣламъ. Строеніе этихъ послѣднихъ тѣлъ можно представить себѣ такъ: кубическій сантиметръ газа въ нормальныхъ условіяхъ, т. е. при температурѣ 0 градусовъ и при обыкновенномъ атмосферномъ давленіи (въ 76 сантиметровъ барометрическаго ртутнаго столба), содержитъ въ себѣ такое число молекулъ, которое надо изобразить цифрой 4 съ 16-ю нулями за ней! При своемъ поступательномъ прямолинейномъ движеніи каждая молекула газа въ теченіе секунды встрѣчаетъ 6 милліардовъ другихъ молекулъ и при каждомъ такомъ столкновеніи мѣняются направленія и скорость движенія молекулы. Скорость движенія частицы въ среднемъ равна 460 метрамъ въ секунду (для кислорода и азота). Въ жидкихъ же и твердыхъ тѣлахъ молекулярныя движенія имѣютъ характеръ *колебаній*, т. е. частицы движутся (совершаютъ размахи) около нѣкотораго средняго положенія.

Числа, выражающія количество молекулъ, составляющихъ тѣло, настолько огромны, что воображеніе отказывается ихъ представлять, а сами молекулы (а тѣмъ болѣе атомы), настолько малы, что врядъ ли можно надѣяться увидѣть ихъ когда либо. Съ другой стороны, разстоянія между молекулами тѣлъ настолько значительны, что они лишь въ триста—четыреста разъ превышаютъ силу нашихъ лучшихъ современныхъ микроскоповъ. Такимъ образомъ, грубо говоря, въ каждомъ кускѣ вещества, которое мы беремъ въ руки, гораздо болѣе «пустого», чѣмъ «заполненнаго» мѣста.

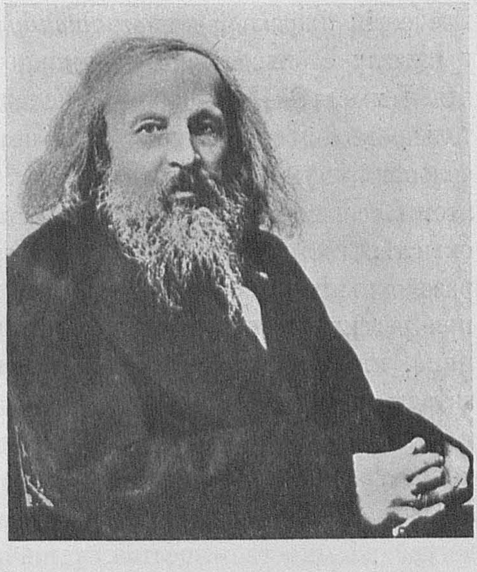


Рис. 318. Д. И. Менделѣевъ.

Такъ въ общихъ чертахъ атомистическая гипотеза представляетъ строеніе вещества, но къ этому прибавляется еще стоящее во главѣ угла положеніе о *постоянствѣ или неизмѣняемости химическихъ элементовъ*. Другими словами: насчитывается нѣсколько десятковъ (теперь ихъ насчитываютъ 81) химически простыхъ тѣлъ (элементовъ), всевозможныя соединенія которыхъ и даютъ всѣ окружающія насъ сложныя тѣла природы. Каждый элементъ состоитъ изъ однихъ и тѣхъ же атомовъ, различныхъ для разныхъ элементовъ по вѣсу и химическимъ особенностямъ. Но въ какія бы условія мы ни поставили подобный химическій элементъ, онъ можетъ распасться только на свои атомы. Это—крайній случай, это—предѣлъ дѣлимости тѣла. Атомъ каждаго простого тѣла, обладая всѣми ему присущими свйствами, уже не можетъ ни разлагаться, ни подвергаться какимъ-либо измѣненіямъ. Атомъ, наприм., желѣза всегда и при всякихъ обстоятельствахъ остается атомомъ только желѣза, атомъ мѣди—мѣдью, атомъ водорода—водородомъ и т. д. Никогда и ни при какихъ обстоятельствахъ изъ атомовъ, наприм., ртути нельзя получить серебра или другого какого-либо тѣла, кромѣ ртути. Словомъ, въ основѣ излагаемой атомистической гипотезы лежало непоколебимое убѣжденіе въ *невозможности перехода одной формы матеріи въ другую*, т. е.

химія Лавуазье, Дальтона и ихъ послѣдователей утверждаетъ прямо обратное тому, что пытались когда-то доказать алхимики.

Но разъ атомъ есть все же матеріальная частица, то какъ же говорить о его «недѣлимости»? Оказывается, что эту недѣлимость надо, опять таки, понимать въ *химическомъ*, а не въ геометрическомъ, абстрактномъ смыслѣ. Великій русскій химикъ, покойный Д. И. Менделѣевъ, въ послѣднемъ (седьмомъ) изданіи своихъ «Основъ Химіи» поясняетъ:

«Атомъ есть недѣлимое не въ геометрическомъ или абстрактномъ смыслѣ, а только въ реальномъ, физическомъ и химическомъ. А потому лучше было бы назвать атомы *индивидуумами*, недѣлимыми. Греческій *атомъ* равенъ *индивидууму* на латинскомъ языкѣ—по суммѣ и смыслу словъ, но исторически этимъ двумъ словамъ приданъ разный смыслъ. Индивидуумъ механически и геометрически дѣлимъ и только въ опредѣленномъ, реальномъ смыслѣ недѣлимъ. Земля, Солнце, человѣкъ, муха суть индивидуумы, хотя геометрически дѣлимы. Такъ, атомы современныхъ естествоиспытателей, недѣлимые въ химическомъ смыслѣ, составляютъ тѣ единицы, съ которыми имѣютъ дѣло при разсмотрѣніи естественныхъ явленій вещества, подобно тому, какъ при разсмотрѣніи людскихъ отношеній человѣкъ есть недѣлимая единица, или какъ въ астрономіи единицею служатъ свѣтила — планеты, звѣзды».

Изложенная атомистическая гипотеза вещества нисколько, конечно, не разъясняетъ намъ, что такое вещество по существу; не разъясняетъ она также, что такое и этотъ самый атомъ, — предѣлъ химической дѣлимости вещества, устойчивый и неизмѣнный, съ одной стороны, и вмѣстѣ различный для различныхъ химическихъ элементовъ. Но нѣтъ сомнѣнія, что эта атомистическая гипотеза въ постановкѣ Дальтона была во всякомъ случаѣ хорошая *рабочая гипотеза*, сыгравшая въ развитіи естествознанія XIX-го вѣка огромную роль.

Д. И. Менделѣевымъ былъ установленъ такъ называемый періодическій законъ. Разсматривая химическія соединенія различныхъ элементовъ, Д. И. Менделѣевъ пришелъ къ выводу, что всѣ элементы по ихъ атомному вѣсу могутъ быть расположены въ VIII группахъ и 12 рядахъ. Элементамъ каждой группы присущи строго опредѣленныя соединенія и они обнаруживаютъ сходныя свойства. Такой порядокъ элементовъ позволилъ Д. И. Менделѣеву предсказать новые элементы, которые еще не были открыты до установленія періодическаго закона, и указать въ общихъ чертахъ ихъ свойства по мѣсту ихъ расположенія въ періодической системѣ. Такимъ образомъ между атомами, совершенно разнородными, была установлена извѣстная послѣдовательность.

Но человѣческая мысль упорно не мирилась съ представленіемъ о 70, 80 и болѣе первоначальныхъ, простыхъ веществъ, изъ которыхъ созданъ міръ. Многочисленность химическихъ элементовъ представляетъ для ума загадку, къ которой онъ возвращается при каждомъ удобномъ случаѣ. Такъ, уже при самомъ возникновеніи новой химіи Пру (въ 1815 — 16 гг.) высказалъ предположеніе, что всѣ элементы образовались изъ легчайшаго изъ нихъ — водорода. И эта идея имѣла сторонниковъ вплоть до нашихъ дней. Знаменитый Вильямъ Круксъ развивалъ въ 70-хъ годахъ прошлаго столѣтія остроумную гипотезу образованія всѣхъ химическихъ элементовъ изъ нѣкоего первобытнаго «протила». Высказывались и другія соображенія болѣе или менѣе умозрительнаго характера, пока въ самые послѣдніе года изученіе *электрическихъ* процессовъ и явленій такъ называемой *радіоактивности* (лучедѣятельности) не привело къ новымъ удивительнымъ выводамъ какъ относительно строенія атома, такъ и относительно взглядовъ на матерію вообще.

Недѣлимость атома подверглась сомнѣнію благодаря открытію цѣлаго ряда явленій, которыя могутъ быть удачно объяснены только тогда, когда мы примемъ, что атомъ дѣлимъ. Впрочемъ, и раньше были нѣкоторыя указанія, что атомъ представляетъ собою нѣчто сложное. Эти указанія мы получаемъ изъ наблюденій надъ спектрами паровъ раскаленныхъ металловъ. Возьмемъ, напримѣръ, металлъ натрій и будемъ наблюдать спектръ его раскаленныхъ паровъ. Извѣстно, что спектръ натрія характеризуется желтой полосой. Если этотъ спектръ разсматривать при большомъ разсѣяніи, то мы увидимъ не одну желтую линію, а двѣ. Но это еще не все. Эти двѣ желтыя линіи находятся въ видимой части спектра, если же будемъ изслѣдовать спектръ въ обѣ стороны отъ видимой его части, т. е. въ сторону ультра-краснаго и ультра-фіолетоваго конца, то можно убѣдиться, что и въ этихъ невидимыхъ частяхъ спектра есть нѣсколько линій, присутствіе которыхъ можно обнаружить въ ультра-красномъ концѣ посредствомъ термометра, а въ ультра-фіолетовомъ посредствомъ фотографической пластинки. Итакъ, спектръ натрія состоитъ изъ большого числа линій, характеризующихъ этотъ металлъ. Если же наблюдать спектры раскаленныхъ паровъ стронція и въ особенности желѣза, то этихъ полосъ можно видѣть громадное число. Но все это ничто въ сравненіи съ тѣмъ громаднымъ количествомъ линій, которыя даютъ непосредственныя наблюденія спектроскопомъ. Эти наблюденія обнаруживаютъ въ спектрѣ паровъ химическихъ элементовъ громадное количество цвѣтныхъ линій. Какимъ же образомъ химически простыя тѣла даютъ такую массу линій въ своемъ спектрѣ? Такъ какъ свѣтъ мы представляемъ себѣ слѣдствіемъ колебанія частицъ эѳира, заполняющаго все пространство, то свѣченіе раскаленныхъ элементовъ обусловливается тѣмъ, что атомы ихъ, сами приходя въ колебаніе, приводятъ въ колебаніе и частицы эѳира. Если мы представимъ себѣ атомъ абсолютно недѣлимымъ, абсолютно простымъ, на-подобіе, напримѣръ, твердаго шарика, и положимъ, что атомъ этотъ приведенъ въ колебаніе, то совершенно невозможно себѣ представить, чтобы атомъ, будучи простымъ, могъ создать такое громадное количество разнообразныхъ возмущеній въ окружающемъ эѳирѣ, вызывающихъ столь громадное число различныхъ цвѣтовыхъ ощущеній на нашъ глазъ. Совершенно иное получится, если представить себѣ атомъ не абсолютно простымъ, а сложнымъ; только тогда станетъ понятнымъ большое число цвѣтныхъ линій въ спектрахъ раскаленныхъ паровъ химическихъ элементовъ, т. е. возбужденіе суммы колебаній эѳира съ чрезвычайно отличающимися другъ отъ друга періодами. Камень, брошенный въ воду, распространяетъ правильное волнообразное колебаніе у поверхности воды, а нѣсколько камней, брошенныхъ одновременно, возбуждаютъ сложное колебаніе на той же поверхности. Таковы факты наблюденій надъ спектрами, указывающіе на сложность атомовъ. Но наиболѣе вѣскіе доводы для принятія сложности атомовъ представляютъ явленія радіоактивности, открытыя Беккерелемъ въ 1896 г.

Здѣсь необходимо возвратиться нѣсколько назадъ и бросить общій взглядъ на постепенное развитіе научныхъ понятій о сущности той силы, которую называютъ *электричествомъ*. Врядъ ли найдется читатель, который не слыхалъ бы объ этой изумительной силѣ и не имѣлъ бы о ней хотя поверхностнаго представленія. Кто не знаетъ въ наше время о телеграфѣ, о быстротѣ распространенія «электрическихъ волнъ»? Мало кто не знаетъ и объ «электрическомъ зарядѣ» и о томъ, что различаютъ *положительное* и *отрицательное* электричества. Тѣла, наэлектризованныя одноименно, т. е. однимъ и тѣмъ же электричествомъ, взаимно отталкиваются, а разноименными—притягиваются; при чемъ, если привести въ соприкосновеніе два одинаковыхъ шарика, *заряженныхъ* одинаковымъ количествомъ разноименнаго электричества, то они *нейтрализуются*, т. е. послѣ такого соприкосновенія оказывается, что оба шарика теряютъ свои свойства электризаціи. Одно электричество *связало* противоположное ему и т. д. Словомъ, мы предполагаемъ, что нѣкоторыя элементарныя свѣдѣнія объ электричествѣ у читателя имѣются. Если же не имѣются, то при желаніи ихъ очень легко пріобрѣсти. Здѣсь же мы бѣгло прослѣдимъ за успѣхами науки въ дѣлѣ уясненія сущности электрическихъ явленій.

Изобрѣтатель громоотвода (1753 г.) Веніаминъ Фраклинъ (1706—1790) былъ первымъ, который показалъ, что пронизывающая тучи

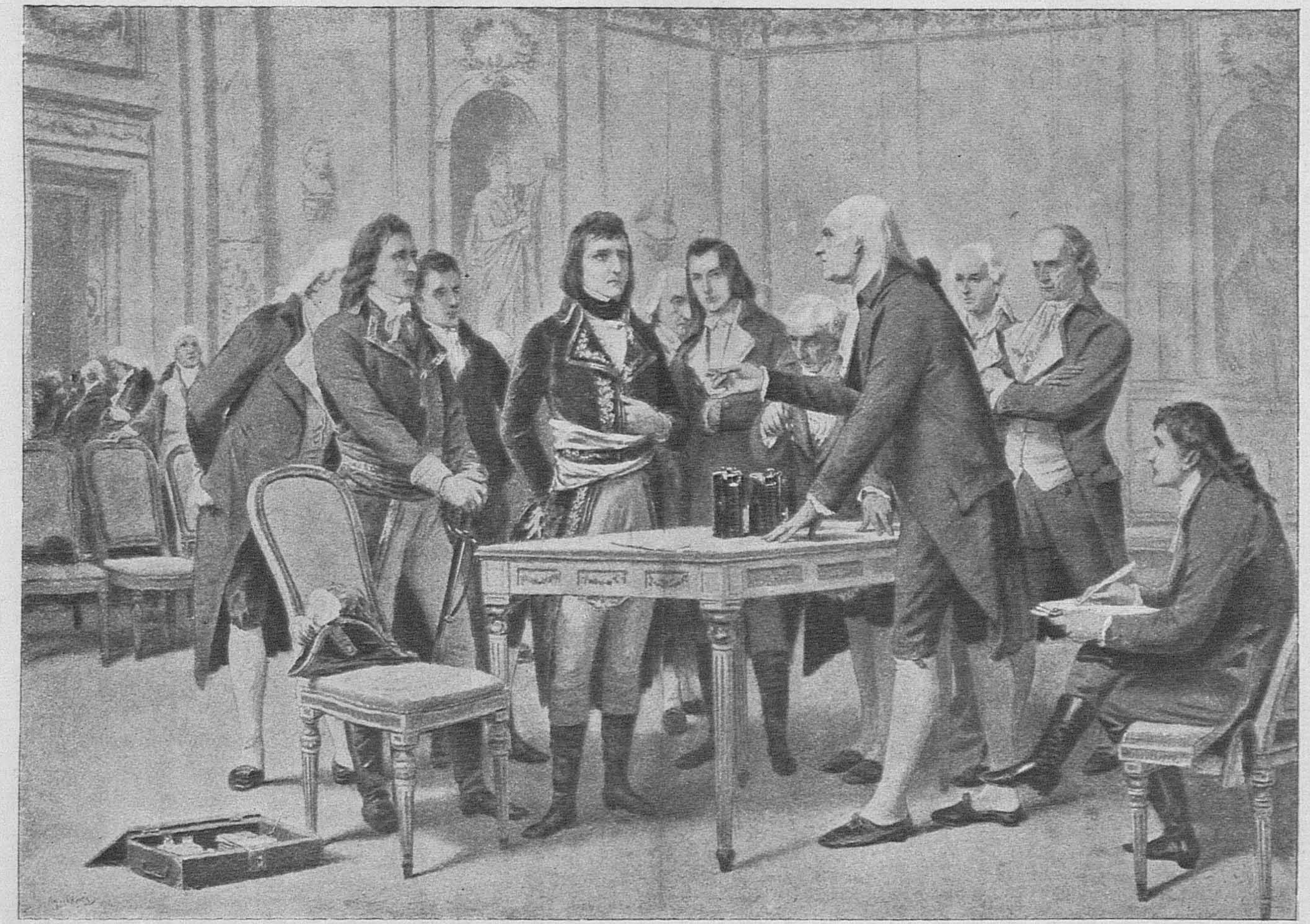


Рис. 319. А. Вольта разъясняетъ первому консулу Наполеону Бонапарту принципъ своего знаменитаго «Столба» (По картинѣ Вертини).

молнія и искры, вылетающія изъ шерсти кошки, когда ее гладятъ въ темнотѣ, суть явленія одного и того же порядка. Хотя явленіями электричества занимались, или, лучше сказать,—интересовались и до Франклина, но нѣтъ сомнѣнія, что только его неутомимыя и остроумныя изслѣдованія пробудили живѣйшій интересъ къ электрическимъ явленіямъ и заставили ученыхъ отнестись къ нимъ съ тѣмъ же вниманіемъ, котораго заслуживалъ предметъ. Для объясненія явленій электричества Франклинъ предполагалъ, что всѣ тѣла во всякое время несутъ на себѣ извѣстный нормальный электрическій зарядъ. При извѣстныхъ условіяхъ количество электричества въ тѣлѣ можетъ быть увеличено; тогда тѣло обнаруживаетъ тѣ свойства, которыя обозначаютъ именемъ положительнаго электричества. При уменьшеніи нормальнаго количества электрической жидкости *(флюида)* тѣло становится отрицательнымъ. Флюиду присуща, по мнѣнію Франклина, нѣкоторая инерція. Подобно водѣ, онъ течетъ отъ высшаго уровня къ низшему. Такъ по Франклину объясняется явленіе электрической искры, которая зависитъ отъ перехода электричества отъ положительнаго или отрицательнаго состоянія къ болѣе нейтральному. Дальнѣйшія открытія въ этой области показали однако, что дѣло обстоитъ не такъ просто.

Александръ Вольта (1745—1827) показалъ, что ряды чередующихся пластинокъ изъ мѣди и цинка, переложенные слоями изъ мокрой бумаги, даютъ электрическій токъ. Отсюда получился знаменитый *Вольтовъ столбъ*—родоначальникъ современной электрической батареи, приводящей въ дѣйствіе наши телефоны, телеграфы, звонки и пр. Такъ было положено начало изученію электрическаго или «гальваническаго» тока,—изученію, приведшему къ великимъ и плодотворнымъ результатамъ не только въ научной, но и въ технической области.

Прежде всего Дэви удалось съ помощью электрическаго тока разложить на составныя части нѣкоторыя вещества, считавшіяся до тѣхъ поръ элементами, и этимъ доказать связь химическихъ явленій съ электрическими. Тотъ же Дэви, а также Араго показали, что когда вольтовъ токъ проходитъ по проволокѣ (изолированной, конечно), окружающей стержень изъ мягкаго желѣза (такъ называемый «сердечникъ»), то это желѣзо пріобрѣтаетъ магнитныя свойства. Великій Фарадей *обратилъ* этотъ опытъ, т. е. доказалъ, что, наоборотъ, въ проволочной катушкѣ появляется токъ при простомъ приближеніи къ ней или удаленіи отъ нея магнита. Это незначительное съ виду открытіе было зерномъ, изъ котораго выросло огромное дерево фарадеевскихъ, или перемѣнныхъ токовъ. Достаточно сказать, что гигантскія динамо-машины, напр., на Ніагарскомъ водопадѣ—только слѣдствіе открытія Фарадея. Здѣсь десять могучихъ машинъ превращаютъ въ электрическій токъ силу въ пять тысячъ лошадиныхъ силъ, развиваемыхъ частью водопада; и этотъ токъ по кабелю пересылаютъ на разстояніе 42 километровъ въ городъ Буффало. Токъ освѣщаетъ весь городъ и приводитъ въ движеніе его многочисленные фабрики и заводы.

Но для выясненія природы электрическихъ явленій едва ли не большую роль играютъ изслѣдованія Фарадея въ области *электролиза*, т. е. его изслѣдованія явленій, наблюдаемыхъ при прохожденіи электрическаго тока черезъ растворъ кислотъ и солей *(электролиты)*. Какъ оказывается, при прохожденіи тока черезъ электролиты происходитъ *разложеніе* данныхъ веществъ. Напр., если пропускать токъ черезъ растворъ сѣрной кислоты, состоящей изъ элементовъ водорода, кислорода и сѣры (химическое обозначеніе H_2SO_4), то на *анодѣ* (мѣсто входа тока) выдѣляется кислородъ, а на *катодѣ* (мѣсто выхода тока) выдѣляется водородъ.

Возьмемъ теперь вмѣсто сѣрной кислоты какую-либо *соль ея*, т. е. такое соединеніе, гдѣ вмѣсто водорода поставленъ металлъ, напримѣръ мѣдный купоросъ (химическое обозначеніе $CuSO_4$), гдѣ два атома водорода (H_2) сѣрной кислоты замѣнены однимъ атомомъ мѣди (Cu)[1].

Пропуская электрическій токъ чрезъ растворъ мѣднаго купороса ($CuSO_4$), мы увидимъ, что *на катодѣ* выдѣлится *мѣдь*, а на анодѣ попрежнему кислородъ. При пропусканіи тока чрезъ поваренную соль на катодѣ выдѣляется натрій (Na), а на анодѣ хлоръ (Cl). Вообще на катодѣ всегда получается или водородъ или металлъ, а на анодѣ— остальная часть кислоты или соли. Фарадей вывелъ слѣдующіе законы электролиза:

1) Количество вещества, выдѣляемаго при электролизѣ подъ дѣйствіемъ тока, пропорціонально количеству электричества, протекающаго во время электролиза чрезъ это вещество.

2) При одномъ и томъ же количествѣ электричества, проходящемъ чрезъ различные электролиты, вѣсовыя количества разлагаемыхъ электролитовъ пропорціональны химическимъ эквивалентамъ[2]) этихъ веществъ.

---

[1]) Можно привести еще цѣлый рядъ такихъ солей: желѣзный купоросъ $FeSO_4$ глауберова соль Na_2SO_4 и т. д.; точно также отъ соляной кислоты можемъ получить (HCl) поваренную соль или хлористый натръ ($NaCl$), отъ азотной кислоты (H_2NO_3)— ляписъ $AgNO_3$ и т. д.

[2]) Замѣтимъ, что слово «эквивалентъ» значитъ «равноцѣненъ». Сравнивая составъ солей сѣрной кислоты, мѣднаго купороса $CuSO_4$, глауберовой соли Na_2SO_4 и т. д. съ составомъ сѣрной кислоты H_2SO_4, мы замѣчаемъ, что мѣдный купоросъ получается изъ сѣрной кислоты замѣною двухъ атомовъ водорода однимъ атомомъ мѣди, т. е. *атомъ* мѣди является *какъ бы равноцѣннымъ* или эквивалентнымъ *двумъ атомамъ* водорода. Составъ глауберовой соли показываетъ, что *атомъ* натрія эквивалентенъ *одному атому* водорода. Такимъ образомъ, атомъ мѣди можетъ замѣнять два атома водорода, поэтому онъ двувалентенъ, атомъ же натрія—одновалентенъ.

При пропусканіи электрическаго тока въ 1 амперъ въ 1 секунду выдѣляется 0,01036 миллиграмма водорода; токъ же въ 1 амперъ получается, когда чрезъ проводникъ протекаетъ въ 1 секунду 1 кулонъ электричества, слѣдовательно, 1 кулонъ будетъ представлять собою зарядъ атомовъ водорода, масса которыхъ равна 0,01 036 мгр. или 0,0 001 036 гр.; зарядъ 1 грамма водорода будетъ $\frac{1 \text{ кул.}}{0{,}0\,001\,036} = 96\,540$ кулоновъ[1]). По вычисленіямъ Планка въ 1 граммъ-атомѣ [2]) заключается 617 000 000 000 000 000 000 000 атомовъ.

Мы имѣемъ такимъ образомъ возможность опредѣлить зарядъ 1 атома водорода. Этотъ зарядъ 1 атома водорода, равный $15{,}63 \times 10^{-20}$ кулона, названъ *элементарнымъ зарядомъ*.

Опыты показываютъ, что при прохожденіи тока чрезъ электролиты электрическій токъ связанъ съ движеніемъ вещества, при чемъ атомы водорода и металловъ оказываются заряжеными положительно (выдѣляются поэтому на катодѣ), а атомы кислотныхъ остатковъ отрицательно. На основаніи этого можно сказать, что тѣло ненаэлектризовано тогда, когда въ немъ положительные атомы и отрицательные атомы находятся въ одинаковомъ числѣ; если положительныхъ атомовъ въ тѣлѣ больше, чѣмъ отрицательныхъ, то тѣло является положительно наэлектризованнымъ; если же больше отрицательныхъ атомовъ, — то зарядъ тѣла отрицательный.

Многія химическія реакціи солей въ растворахъ въ настоящее время показываютъ присутствіе въ составѣ ихъ свободныхъ атомовъ, которые являются въ то же время *носителями* электрическаго заряда, почему и называются *іонами*. Такимъ образомъ слово «іонъ» обозначаетъ свободный атомъ, носитель электрическаго заряда.

Каждый атомъ обладаетъ *опредѣленнымъ* зарядомъ. Если атомъ двувалентенъ, какъ атомъ мѣди, то онъ обладаетъ *двойнымъ* зарядомъ, если одновалентенъ, то одиночнымъ. Однако въ нѣкоторыхъ веществахъ атомъ мѣди оказался одновалентнымъ, а поэтому ему въ этихъ соединеніяхъ приходится приписать не двойной зарядъ, а одиночный. Получилось противорѣчіе, которое заставило глубже вникнуть въ суть дѣла. Этому помогло изученіе прохожденія тока чрезъ газы.

---

[1]) Число это мы получили, когда зарядъ (1 кулонъ) дѣлили на массу выдѣлившагося водорода (0,0001036 гр.), поэтому оно называется *отношеніемъ заряда къ массѣ* и обозначается такъ: $\frac{e}{m} = 96\,540$ *или около* $100\,000 = 10^5$. Большія числа принято выражать чрезъ степень десяти; такъ, напримѣръ, $300\,000 = 3 \times 10^5$. Съ другой стороны малыя десятичныя дроби выражаются чрезъ *отрицательную* степень десяти. Напримѣръ, $0{,}000014 = 14 \times 10^{-6}$; наше число $15{,}63 \times 10^{-20} = 0{,}000\,000\,000\,000\,000\,001\,563$.

[2]) Граммъ-атомомъ элемента называется число граммовъ, равное атомному вѣсу элемента. Граммъ-атомъ мѣди равенъ 63 гр., ибо атомный вѣсъ мѣди равенъ 63; граммъ-атомъ кислорода равенъ 16 гр., ибо атомный вѣсъ кислорода = 16 и т. д.

Гитторфъ первый (1869 г.) разсмотрѣлъ это явленіе. Онъ пропускалъ электрическій токъ чрезъ разрѣженный газъ, находящійся въ стеклянныхъ трубкахъ, чрезъ впаянныя по концамъ трубки двѣ платиновыя проволоки. При прохожденіи тока разрѣженный газъ въ трубкѣ свѣтится, и цвѣтъ этого свѣченія зависитъ отъ природы газа, наполняющаго трубку: такъ, водородъ свѣтится краснымъ цвѣтомъ, углекислота—сѣрымъ, воздухъ—розоватымъ и т. д. При этомъ свѣченіе положительнаго электрода или анода рѣзко отличается отъ свѣченія отрицательнаго электрода или катода: свѣченіе положительнаго электрода или анода представляетъ собою рядъ параллельно расположенныхъ слегка искривленныхъ свѣтлыхъ слоевъ, раздѣленныхъ другъ отъ друга темными слоями (стратификація), въ то время какъ вся часть проволоки катода (отрицательнаго полюса) окружена на своей поверхности слабымъ туманнымъ сіяніемъ, далѣе слѣдуетъ весьма слабо свѣтящійся слой (темное катодное пространство), а за нимъ наблюдается свѣтлый катодный слой, рѣзко ограниченный на сторонѣ, обращенной къ катоду. Характеръ свѣченія газа въ трубкѣ рѣзко измѣняется съ степенью разрѣженія газа, наполняющаго трубку. Чрезъ 10 лѣтъ эти явленія, замѣченныя Гитторфомъ, заставили говорить о себѣ; появилась статья Крукса, въ которой онъ описывалъ чрезвычайно интересныя явленія, наблюденныя имъ при прохожденіи тока чрезъ разрѣженные газы. Круксъ при своихъ опытахъ доводилъ разрѣженіе газа въ трубкахъ до крайней степени: упругость газа въ опытахъ Гитторфа измѣрялась цѣлыми миллиметрами или десятыми долями миллиметра [1]), между тѣмъ какъ при своихъ опытахъ Круксъ достигалъ такого раз-

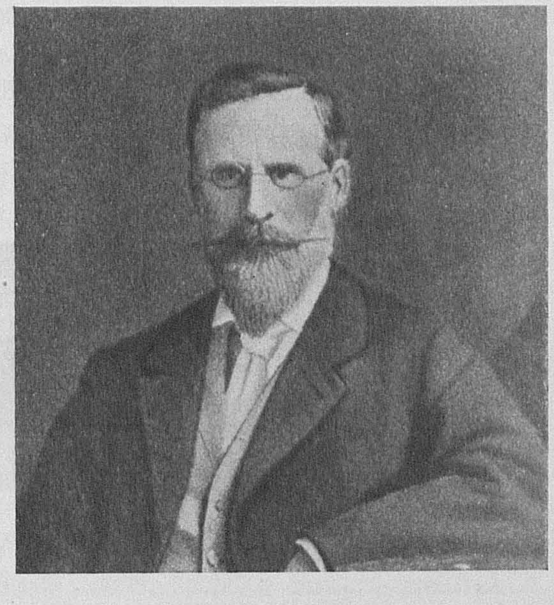


Рис. 320. В. Круксъ.

---

[1]) Давленіе воздуха на поверхность земли равно 1 кгр. на квадр. см. поверхности или, иначе—равно давленію ртутнаго столба высотою въ 76 см. (760 мм.).

рѣженія газа, что упругость его измѣрялась тысячными долями миллиметра. При такомъ сильномъ разрѣженіи явленія рѣзко измѣнялись: анодное свѣченіе замѣчалось только у самой поверхности анода, между тѣмъ какъ катодъ выбрасывалъ изъ себя потокъ лучей перпендикулярно къ своей поверхности. Направленіе этихъ *катодныхъ лучей* въ трубкахъ Крукса совершенно не зависитъ отъ мѣста анода въ трубкѣ: они всегда направлены перпендикулярно къ поверхности катода, между тѣмъ какъ въ трубкахъ Гитторфа, гдѣ разрѣженіе газа было гораздо меньше, свѣченіе всегда направлено отъ катода къ аноду и такимъ образомъ зависитъ отъ мѣста анода. Катодные лучи, полученные Круксомъ, вызываютъ свѣченіе стекла (флуоресценцію), и въ томъ мѣстѣ, гдѣ они встрѣчаютъ стѣнку трубки, является сильное нагрѣваніе. Тѣло, поставленное на пути катодныхъ лучей, отбрасываетъ тѣнь. Если катоду придать форму вогнутаго зеркала, то катодные лучи сходятся въ одной точкѣ (фокусѣ); если помѣстить въ этомъ мѣстѣ внутри трубки кусочекъ платины, то катодные лучи накаливаютъ его. Заставляя падать катодные лучи на различные соли, можно вызвать фосфоресценцію ихъ. Катодные лучи обладаютъ и механическою энергіею: падая на маленькое мельничное колесико, помѣщенное внутри трубки, они вызываютъ быстрое вращеніе его. Магнитъ оказываетъ дѣйствіе на катодные лучи: они откланяются подъ вліяніемъ магнита. Это отклоненіе катодныхъ лучей удобнѣе всего наблюдать въ цилиндрической трубкѣ, въ которой помѣщенъ экранъ изъ слюды *ef* (рис. 321), покрытый флуоресцирующей солью; на одномъ концѣ этого экрана перпендикулярно къ нему помѣщена алюминіевая пластинка *bd* съ горизонтальной щелью. Проволока *N*, снабженная внутри трубки дискомъ *a*, служитъ катодомъ, противоположная же ей проволока *P* анодомъ. При пропусканіи тока отъ катушки Румкорфа катодные лучи, идущіе отъ диска *a*, падаютъ на алюминіевую пластинку *bd*, и часть ихъ, пройдя чрезъ отверстіе *e*, вызываетъ флуоресценцію экрана *ef*. Пунктирная линія *ef* показываетъ

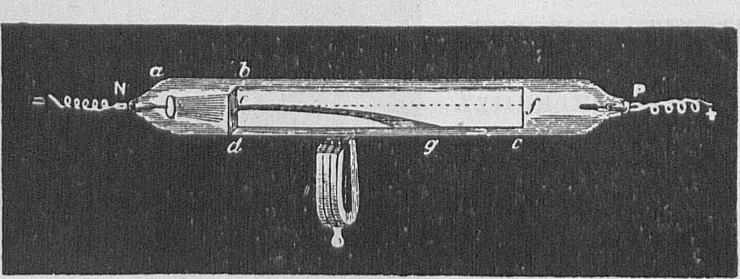


Рис. 321. Круксова трубка.

путь этого пучка лучей. Если поднести къ трубкѣ магнитъ, то путь лучей искривляется, и лучи идутъ внизъ по линіи *eg*. При приближеніи другого полюса магнита отклоненіе лучей произойдетъ въ обратную сторону, т. е. вверхъ. Отклоненіе лучей магнитомъ происходитъ такъ, какъ бы отклонялся подвижной проводникъ, по которому токъ шелъ бы отъ *f* къ *e*, т. е. въ сторону, обратную направленію катодныхъ лучей.

Эти свойства катодныхъ лучей заставили Крукса предположить, что въ сильно разрѣженномъ газѣ подъ вліяніемъ электрическаго процесса происходитъ выдѣленіе изъ отрицательнаго электрода части его вещества въ состояніи болѣе тонкомъ, чѣмъ обыкновенный газъ. Это состояніе вещества Круксъ назвалъ четвертымъ состояніемъ: «радіантная (лучистая) матерія». Движеніе отъ катода этой радіантной матеріи, раздробленной на частички, меньшія обыкновенныхъ атомовъ, и представляетъ собою катодные лучи. Гипотеза Крукса была осмѣяна, такъ какъ вѣра въ постоянство и прочность атома твердо укоренилась. Нужно было открытіе Рентгена, чтобы мнѣніе, высказаннное Круксомъ, восторжествовало. Въ своей рѣчи на V международномъ съѣздѣ технической химіи въ Берлинѣ въ 1903 году, названной «Новѣйшіе взгляды на вещество: осуществленіе мечты», Круксъ приводитъ слѣдующее изреченіе:

«Often do the spirits
Of great event stride on before the events
And in to-day already walks to morrow»,

т. е. «часто духъ великихъ событій идетъ впереди самыхъ событій, и среди «сегодня» бродитъ уже «завтра».

Дальнѣйшія изслѣдованія катодныхъ лучей показали, что они дѣйствительно, какъ и предполагалъ Круксъ, несутъ съ собою отрицательное электричество. Томсонъ и Перренъ помѣщали внутри трубки металлическій цилиндръ, соединенный съ электрометромъ. Заставляя на него падать катодные лучи, они установили, что при каждомъ паденіи на этотъ цилиндръ катодныхъ лучей цилиндръ заряжался отрицательно. Ленарду удалось получить катодные лучи внѣ круксовской трубки. Продѣлавъ въ трубкѣ отверстіе противъ катода и закрывъ его очень тонкимъ алюминіевымъ листкомъ (толщина 0,003 мм.), Ленардъ могъ получить въ воздухѣ катодные лучи, которые обладали всѣми признаками потока отрицательно наэлектризованныхъ частицъ. Интересенъ тотъ фактъ, что эти лучи несутъ съ собою отрицательный зарядъ даже тогда, когда аллюминіево окно, чрезъ которое они проходятъ, соединено съ землею. Такъ какъ катодные лучи представляютъ собою потокъ отрицательно заряженныхъ частицъ, то они должны испытывать на себѣ дѣйствіе электрическаго поля. Дѣйствительно, опыты показали, что катодные лучи отталкиваются отрицательно заряженною пластинкою и притягиваются пластинкою, заряженною положительнымъ электричествомъ.

Приведенные выше факты даютъ возможность судить о зарядѣ частицы катоднаго луча, ея массѣ и скорости движенія. Не вдаваясь въ математическія вычисленія, мы укажемъ только на способы, которыми эти величины опредѣляются. Катодные лучи распространяются прямолинейно, но подъ вліяніемъ магнита или же подъ вліяніемъ электрическаго поля они искривляютъ свой путь [1]). Скорость движенія катодныхъ лучей колеблется между 30 000 и 100 000 километровъ въ секунду, т. е. отъ 0,1 до $\frac{1}{3}$ скорости свѣта. Благодаря такой громадной скорости частицъ катодныхъ лучей и получается сильное нагрѣваніе стѣнки трубки, въ которую онѣ ударяютъ [2]).

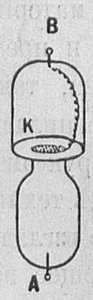


Рис. 322.

Въ круксовой трубкѣ особой формы (рис. 322) можно наблюдать еще другіе лучи, такъ называемые «*закатодные*» (Kanalstrahlen). Трубка, служащая для этой цѣли, раздѣляется катодной пластинкой K на двѣ части AK и KB. Въ пластинкѣ K сдѣланы отверстія. Если соединить проволоку KB съ катодомъ, а проволоку A съ анодомъ катушки Румкорфа, то въ

---

[1]) Зная магнитную силу и электрическую силу и опредѣляя отклоненія катодныхъ лучей подъ вліяніемъ этихъ силъ, мы можемъ найти скорость движенія частицы катоднаго луча и величину $\frac{e_1}{m_1}$ отношенія заряда частицы катоднаго луча e_1 къ ея массѣ m_1. Эти величины опредѣлялись неоднократно различными наблюдателями, и результаты работы были слѣдующіе:

$$\frac{e}{m} = 1,8 \times 10^8.$$

[2]) Величину $\frac{m_1}{e_1}$ весьма интересно сравнить съ такою же величиною для атома водорода $\frac{e}{m}$:

$$\text{для катоднаго луча } \frac{e_1}{m_1} = 1,8 \times 10^8,$$

$$\text{для атома водорода } \frac{e}{m} = 10^5.$$

Изслѣдованія показали, что зарядъ частицы катоднаго луча равенъ заряду атома водорода, т. е. $e_1 = e$; отсюда слѣдуетъ, что, такъ какъ первое отношеніе въ $1,8 \times 10^3 = 1800$ разъ больше второго, при чемъ числители равны, то, слѣдовательно, m_1 должно быть въ 1800 или почти въ 2000 разъ меньше m, т. д. масса частицы катоднаго луча приблизительно въ 2000 разъ меньше массы частицы атома водорода.

части *AK* наблюдаются катодные лучи, а въ другой части *KB* особые пучки лучей, ясно отличающіеся отъ катодныхъ. Это и есть закатодные лучи (Kanalstrahlen). Тѣло, помѣщенное на пути закатодныхъ лучей, заряжается положительно; лучи эти отклоняются магнитомъ очень слабо, и отклоненіе ихъ обратно отклоненію катодныхъ лучей. Всѣ обстоятельства заставляютъ принять, что закатодные лучи состоятъ изъ частичекъ, заряженныхъ положительно. Для закатодныхъ лучей были опредѣлены отношеніе заряда къ массѣ $\frac{e_2}{m_2} = 10^5$ и скорость, равная приблизительно $\frac{1}{300}$ скорости свѣта, т. е. около 1000 километровъ въ секунду. Частица закатоднаго луча имѣетъ массу, близкую къ массѣ атома того газа, которымъ трубка была раньше наполнена.

Рис. 323. Конрадъ Рентгенъ.

При пропусканіи тока чрезъ круксову трубку въ окружающемъ трубку пространствѣ наблюдаются такъ называемые Рентгеновскіе лучи или X-лучи. Рентгеновскіе лучи, открытые Рентгеномъ въ 1895 году, получаются въ томъ мѣстѣ, гдѣ катодные лучи встрѣчаютъ стѣнку трубки или же металлическую пластинку, поставленную на пути ихъ. Сотрясенія стѣнокъ трубки или пластинки подъ вліяніемъ ударовъ частицъ катодныхъ лучей и вызываютъ въ окружающемъ пространствѣ Рентгеновскіе лучи.

На рис. 324 изображена Рентгеновская трубка. Пластинка *AB* (маленькое металлическое блюдечко) служитъ катодомъ, анодъ же оканчивается металлическимъ зеркальцемъ *F*. Катодные лучи, падая на пластинку *F*, даютъ начало Рентгеновскимъ лучамъ, которые являются во всемъ пространствѣ, окружающемъ часть *CDE* трубки. Рентгеновскіе лучи дѣйствуютъ на фотографическую пластинку. Рис. 325 представляетъ снимокъ кисти руки Рентгеновскими лучами. На фотографическую пластинку, помѣщенную въ свѣтонепроницаемомъ конвертѣ, была положена кисть руки, и въ продолженіе 1 минуты пластинка была подвергнута дѣйствію Рентгеновскихъ лучей, затѣмъ проявлена. Снимокъ показываетъ, что кожа довольно хорошо пропускаетъ Рентгеновскіе лучи, кости нѣсколько хуже, но совершенно почти не пропускаетъ Рентгеновскихъ лучей золото (обручальное кольцо дало рѣзкую тѣнь).

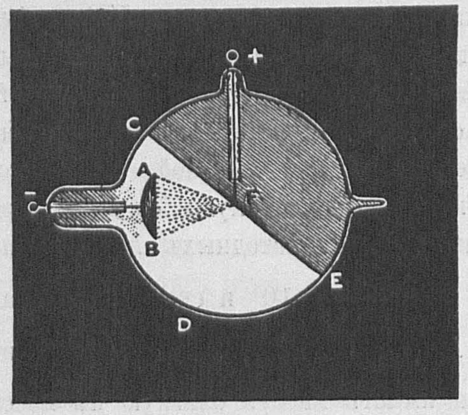


Рис. 324. Рентгеновская трубка.

Такимъ образомъ Рентгеновскіе лучи проходятъ чрезъ непрозрачные для другихъ лучей тѣла. Какъ и катодные лучи, Рентгеновскіе лучи вызываютъ свѣченіе многихъ тѣлъ, но они не отклоняются магнитомъ, не отражаются, не преломляются и вообще не обнаруживаютъ явленій, свойственныхъ обыкновеннымъ лучамъ. Весьма важнымъ является свойство Рентгеновскихъ лучей дѣйствовать на заряженныя тѣла: они разсѣиваютъ электрическіе заряды. Если зарядить электроскопъ и на нѣкоторомъ разстояніи отъ него получать лучи Рентгена, то электроскопъ разряжается. Если трубку, посредствомъ которой получаются Рентгеновскіе лучи, закрыть свинцовымъ экраномъ, то электроскопъ не будетъ терять заряда (лучи Рентгента чрезъ свинецъ не проходятъ). Оказывается, что *Рентгеновскіе лучи дѣлаютъ воздухъ проводящимъ*, при чемъ воздухъ не только дѣлается проводникомъ подъ вліяніемъ Рентгеновскихъ лучей, но и *остается таковымъ нѣкоторое время послѣ прекращенія этого дѣйствія.*

Что воздухъ, подвергшійся вліянію Х-лучей, обладаетъ особымъ строеніемъ, видно изъ того, что онъ способенъ образовать туманъ. Если въ закрытомъ сосудѣ воздухъ пересытить парами, то пары *не осаждаются въ чистомъ воздухѣ;* для того, чтобы пары осадились. необходимо, чтобы въ воздухѣ находились частички пыли: эти частички служатъ центрами, вокругъ которыхъ и образуются капельки. Въ воздухѣ, пересыщенномъ парами и свободномъ отъ пыли, можно образовать туманъ, подвергнувъ его дѣйствію Х-лучей. По числу образовавшихся капелекъ возможно опредѣлить число частичекъ.

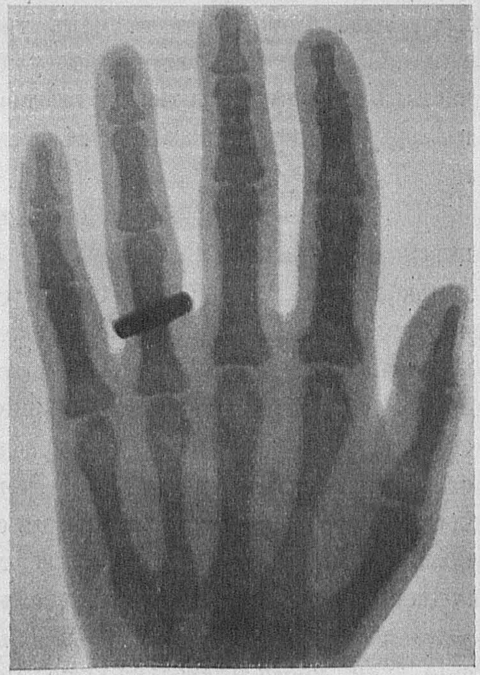


Рис. 325.

Изъ опытовъ надъ способностью воздуха, пронизаннаго Рентгеновскими лучами, разряжать наэлектризованныя тѣла Дж. Дж. Томпсонъ нашелъ, что зарядъ каждой частички $= 22 \times 10^{-20}$ кулона, число близкое элементарному заряду атома при электролизѣ ($15{,}6 \times 10^{-20}$ кул., см. выше). Итакъ, въ воздухѣ, пронизанномъ X-лучами, точно такъ же, какъ при электролизѣ въ растворахъ, существуютъ частички, заряженныя положительно и отрицательно. Эти частички называются іонами. Ненаэлектризованный воздухъ состоитъ изъ нейтральныхъ частицъ: каждая частица воздуха содержитъ въ себѣ положительный и отрицательный зарядъ въ одинаковомъ количествѣ. Какъ только воздухъ подвергся дѣйствію X-лучей, то эти заряды сейчасъ же раздѣляются: образуются іоны положительные и отрицательные, существующіе отдѣльно другъ отъ друга—воздухъ пріобрѣтаетъ новыя свойства: способенъ дѣйствовать на электроскопъ и образовывать туманъ, если былъ пересыщенъ парами. Такой воздухъ называется *іонизированнымъ*.

Іонизація воздуха состоитъ въ томъ, что каждый атомъ его расщепляется на іоны положительный и отрицательный. Іоны въ газахъ *не суть атомы, а части атомовъ*. Является вопросъ: обыкновенный воздухъ іонизированъ или нѣтъ? Было извѣстно, что наэлектризованное тѣло, хотя бы оно и было хорошо изолировано, съ теченіемъ времени теряетъ свой зарядъ. Потеря заряда приписывалась плохой изоляціи или же снятію заряда частицами пыли, дыма и др. Однако опыты Эльстера и Гейтеля показали, что происходитъ непосредственное разсѣяніе электричества въ воздухѣ, при чемъ наибольшее разсѣяніе электричества наблюдалось при полной чистотѣ воздуха и при совершенно синемъ небѣ. Чѣмъ больше въ атмосферѣ было пыли, дыма и тумана, тѣмъ разсѣяніе было меньше. Разсѣяніе въ замкнутомъ пространствѣ гораздо меньше, чѣмъ въ безгранично свободномъ пространствѣ. Дальнѣйшія изслѣдованія этихъ же ученыхъ показали, что воздухъ въ погребахъ и подвалахъ гораздо болѣе іонизированъ, чѣмъ наружный воздухъ. Былъ изслѣдованъ воздухъ, взятый изъ почвы; онъ оказался сильно іонизированнымъ. Такимъ образомъ іонизація наружнаго воздуха происходитъ отъ іонизаціи почвеннаго воздуха.

Величина и масса упомянутаго наименьшаго электрическаго заряда, или электрическаго атома, «электрической монады» опредѣлены съ помощью самыхъ тщательныхъ наблюденій и математическихъ соображеній. Изысканія этого рода въ особенности подвинулъ проф. Дж. Дж. Томпсонъ, назвавшій эту электрическую «монаду» *корпускулой*. Въ наукѣ удержалось, однако, другое названіе, предложенное Джонстономъ Стонеемъ, который предложилъ эту наименьшую недѣлимую единицу электричества назвать *электрономъ*. Масса электрона опредѣлена приблизительно въ *одну двухтысячную часть* $\left(\text{точнѣе } \frac{1}{1800}\right)$ массы самаго легкаго,—водороднаго атома. Что же касается размѣровъ электрона, то наилучшее понятіе объ этомъ дастъ такое сравненіе: допустите, что электронъ изображенъ шарикомъ поперечникомъ въ одинъ дюймъ; тогда атомъ водорода долженъ быть изображенъ въ видѣ шара съ поперечникомъ около $2^1/_2$ верстъ! Или допустите, что матеріальный атомъ равенъ самой большой извѣстной вамъ залѣ; тогда электронъ надо изобразить въ видѣ маленькой типографской точки, которую вы можете найти на этой страницѣ книги. Какъ ни малъ представляемый нами до сихъ поръ матеріальный атомъ, но если представить его состоящимъ изъ тысячъ и тысячъ электроновъ, то взаимныя разстоянія послѣднихъ будутъ огромны въ сравненіи съ ихъ размѣрами. Сравнительно эти разстоянія столь же велики, какъ взаимныя разстоянія планетъ въ солнечной системѣ. Теоретическіе расчеты говорятъ на этотъ счетъ, что радіусъ электрона приблизительно въ 100 000 разъ меньше радіуса матеріальнаго атома, а объемъ электрона во столько разъ меньше объема матеріальнаго атома, во сколько разъ объемъ земного шара меньше объема сферы, описанной радіусомъ, въ 5 разъ превышающемъ разстояніе отъ Солнца до Земли. Такимъ образомъ, размѣры атома водорода вполнѣ достаточны, чтобы внутри его умѣстилась цѣлая солнечная система электроновъ.

Теперь мы переходимъ къ самому быть можетъ важному факту современной науки. Эти электроны, или мельчайшія заряды,—быть можетъ, мельчайшія заряженныя тѣльца,—*могутъ существовать отдѣльно*. Они могутъ освобождаться отъ связанныхъ съ ними атомовъ матеріи и летѣть прочь съ огромной скоростью. Ихъ движетъ теперь та же самая электродвижущая сила, но двигать-то ей теперь почти нечего. При этомъ своемъ полетѣ они являются очень энергическимъ дѣятелемъ: они способны вращать особаго рода легкіе мельнички, до-красна накаливаютъ платину, проникаютъ сквозь тонкіе слои металловъ, дѣйствуютъ на фотографическую пластинку и т. д. И эти летящія частицы, какъ доказано, суть не атомы вещества въ прежнемъ понятіи слова «атомъ», но, если хотите, *осколки* атомовъ, *доли* этого атома, при чемъ химическіе атомы различныхъ видовъ, расщепляясь, даютъ одинъ и тотъ же видъ этихъ осколковъ—съ массой около одной 2 000-ой доли водороднаго атома и со скоростью распространенія, почти равной скорости свѣта.

Такимъ образомъ то, что мы до сихъ поръ называли атомомъ, лишается самаго основного своего свойства—недѣлимости. Оказалось, что матеріальный атомъ способенъ потерять или отщепить отъ себя по крайней мѣрѣ одинъ электронъ. Оказалось также, что въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ электрону присущи основныя свойства прежняго атома, часть котораго онъ составлялъ.

Отсюда является предположеніе: не есть ли всякій такъ называемый атомъ не что иное, какъ *система* положительныхъ и отрицательныхъ электроновъ? При этомъ заряженный атомъ, т. е. іонъ, водорода, напримѣръ, имѣетъ одинъ электронъ лишній, а атомъ незаряженный,— нейтральный, какъ говорятъ,—имѣетъ равное число положительныхъ и отрицательныхъ электроновъ. Сообразно съ такимъ предположеніемъ (гипотезой) надо представлять, что противоположно заряженные электроны летаютъ внутри атома по всевозможнымъ направленіямъ, подобно тому, какъ рой въ нѣсколько тысячъ мошекъ можетъ кружить въ зданіи большого собора. Такимъ образомъ вмѣсто прежняго недѣлимаго и непроницаемаго атома получается часть пространства, занятая роемъ цѣлой *системы* электроновъ, связанныхъ взаимными силами притяженія и отталкиванія.

Рис. 326. Дж. Дж. Томпсонъ въ Кембриджской лабораторіи имени Кавендиша.

Догадка, что электроны составляютъ основу *всѣхъ* матеріальныхъ тѣлъ, весьма заманчива. Допустивъ такую догадку, мы тотчасъ въ правѣ вывести, что если, скажемъ, 2 000 электроновъ (1 000 положительныхъ и 1 000 отрицательныхъ) составляютъ устойчивую систему атома водорода, то въ 16 разъ большее число электроновъ дастъ атомъ кислорода; около 46 000 электроновъ составятъ атомъ натрія, около 160 000— атомъ радія и т. д.

Съ этой точки зрѣнія всѣ химическіе элементы представляются, какъ различныя сочетанія однихъ и тѣхъ же основныхъ составляющихъ,—электроновъ. А если предположить, что электронъ есть чистый первоначальный электрическій зарядъ, не содержащій въ себѣ никакой «матеріальной» частицы, то основной первоэлементъ, изъ котораго построена вселенная, былъ бы не что иное, какъ электричество въ формѣ скопленій или положительныхъ и отрицательныхъ электрическихъ зарядовъ.

Если бы все это подтвердилось, то было бы доказано *единство матеріи!* Нашли бы первичное вещество, которое такъ долго и тщетно искали, и при томъ міровымъ началомъ оказалось бы не нѣчто намъ совершенно неизвѣстное, а сравнительно хорошо изученный электрическій зарядъ! Конечно, это не было бы *окончательнымъ* объясненіемъ всего. Вмѣсто непонятной намъ по существу «матеріи» пришлось бы подставить столь же почти непонятное по своей сущности «электричество», а затѣмъ оставалось бы еще не мало вопросовъ: а что такое электрическій зарядъ? каково строеніе электрона? что такое положительное и отрицательное электричество? въ какомъ отношеніи находится электричество къ міровому эѳиру? и т. д.; но это уже вопросы иного порядка.

Возвращаясь изъ области хотя и правдоподобныхъ, но еще мало обоснованныхъ догадокъ къ области научныхъ положеній, скажемъ, что хотя прежнее ученіе объ атомѣ и поколеблено, но принятію новой, *электронной теоріи* матеріи мѣшаютъ главнымъ образомъ два обстоятельства. Масса и зарядъ электрона извѣстны, но является вопросъ: не содержитъ ли электронъ въ себѣ еще какое-либо сверхмикроскопическое, но *матеріальное* ядро? Какъ ни маловѣроятно это, повидимому, но все же надо показать, что такого ядра нѣтъ. Второй болѣе важный недочетъ электронной теоріи матеріи состоитъ въ томъ, что въ то время, какъ отрицательный электронъ встрѣчается летающимъ самостоятельно, положительный электронъ не былъ еще выдѣленъ изъ остальной части матеріальнаго атома. И пока этотъ положительный электронъ не будетъ изолированъ, до тѣхъ поръ предположеніе, что вся матерія есть не что иное, какъ нѣкоторое видоизмѣненіе, или,—вѣрнѣе,—проявленіе электричества, останется только предположеніемъ, хотя и правдоподобнымъ, но и только.

Впрочемъ, въ нашу задачу входитъ не оцѣнка электронной гипотезы, но общее ознакомленіе читателя съ тѣмъ, какъ наука подошла къ изложенной гипотезѣ, и какія именно открытія преимущественно вызвали необходимость пересмотра и переоцѣнки прежнихъ взглядовъ на составъ и строеніе вещества. Поэтому возвратимся снова къ важнѣйшимъ опытамъ и открытіямъ неутомимыхъ и остроумныхъ тружениковъ науки.

Такъ постепенно подошли къ выводу о «распадѣ» прежняго недѣлимаго атома и о той роли, которую играетъ въ образованіи этого послѣдняго элементарный электрическій зарядъ, или электронъ, эта таинственная электрическая «монада». Отсюда оставалось уже недалеко до той заманчивой электронной гипотезы вещества, которая въ общихъ чертахъ изложена выше. Тѣмъ болѣе, что въ наукѣ явились новые факты, какъ будто подтверждающіе распадъ атома на мельчайшія частицы и, значитъ, косвенно говорящіе въ пользу той же электронной, или «корпускульной» (по Дж. Дж. Томпсону), гипотезы строенія вещества.

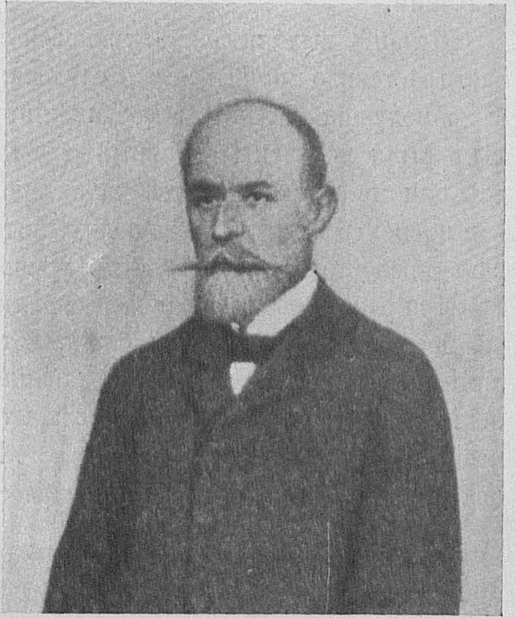


Рис. 327. Анри Беккерель.

Съ 1896 года *Беккерель* печатаетъ рядъ наблюденій, изъ которыхъ слѣдуетъ, что въ природѣ существуютъ *вещества*, излучающія изъ себя невидимые лучи, аналогичные рентгеновскимъ и круксовскимъ лучамъ. Эти самопроизвольныя излученія «чего-то» изъ вещества были обнаружены Беккерелемъ на соединеніяхъ элемента-металла урана и получили названіе *радіоактивности* (лучедѣятельности).

Беккерель впервые замѣтилъ, что урановая смоляная руда и соли урана испускаютъ лучи, способные дѣйствовать на фотографическую пластинку, которая заключена въ свѣтонепроницаемый конвертъ. Было также найдено, что и самъ металлъ уранъ испускаетъ такіе же лучи; кромѣ того оказалось, что лучи урана способны разряжать наэлектризованныя тѣла. Такимъ образомъ, при рѣшеніи вопроса о *радіоактивности* даннаго тѣла можно пользоваться какъ дѣйствіемъ на фотографическую пластинку, такъ и дѣйствіемъ на заряженное тѣло. Послѣдній методъ оказался наиболѣе точнымъ, поэтому имъ преимущественно и пользуются.

Лучи, испускаемые соединеніями урана, подчиняются вліянію магнитнаго поля: часть лучей отклоняется магнитомъ, а другая часть лучей не испытываетъ на себѣ никакого дѣйствія магнита. Неоткло-

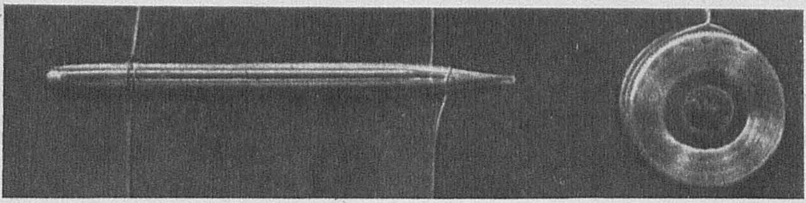


Рис. 328. Снимокъ стеклянной трубочки и капсулки съ 5 миллигр. бромистаго радія въ натуральную величину.

няемые магнитомъ лучи названы γ-лучами, а отклоняемые α и β-лучами.

Желаніе выдѣлить изъ урановой смоляной руды наиболѣе активныя части заставило приняться за изслѣдованіе этой руды. При обработкѣ руды было получено нѣсколько соединеній различныхъ активныхъ веществъ; такъ были получены активныя соединенія торія, свинца и висмута, но всѣ они не дали никакихъ характерныхъ новыхъ линій при изслѣдованіи спектроскопомъ, хотя полученныя соединенія въ нѣсколько тысячъ разъ превосходили активностью урановую руду.

При изслѣдованіи урановой смоляной руды супруги Кюри выдѣлили очень активные препараты барія, которые показали въ спектрѣ новыя линіи, до сихъ поръ не наблюдавшіяся ни въ какомъ другомъ соединеніи; такимъ образомъ, былъ открытъ новый элементъ, который былъ названъ супругами Кюри «*радіемъ*». Послѣ продолжительной обработки полученныхъ соединеній Кюри удалось получить изъ большого количе-

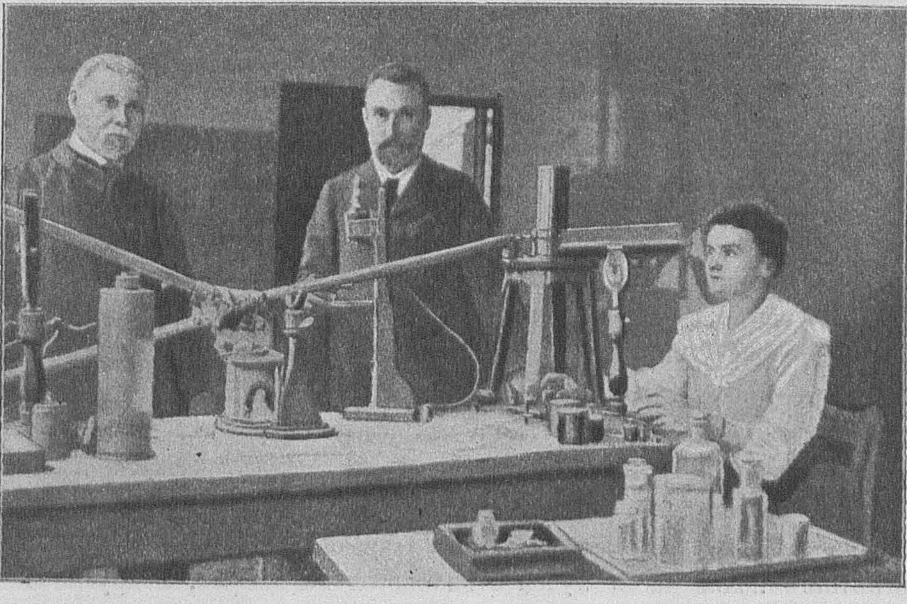


Рис. 329. Супруги Кюри съ ассистентомъ въ своей лабораторіи.

ства урановой руды 0,1 грама хлористаго радія; пользуясь этимъ препаратомъ, г-жа Кюри нашла атомный вѣсъ радія = 226. Принявъ атомный вѣсъ радія = 226, ему легко найти мѣсто въ системѣ Менделѣева: онъ помѣщается въ группѣ щелочно-земельныхъ металловъ и находится въ ряду торія и урана. Активность хлористаго радія весьма значительна. Дѣйствія его во много тысячъ разъ превышаютъ дѣйствія урановой смоляной руды: такъ для того, чтобы заставить подѣйствовать урановую руду на фотографическую пластинку, заключенную въ свѣтонепроницаемый конвертъ, экспозицію надо продолжать въ теченіе 8—9 дней; между тѣмъ какъ для хлористаго радія время экспозиціи уменьшается до 12 часовъ, при чемъ снимки получаются весьма хорошіе. Въ Германіи Гизелю удалось получить бромистый радій, который активнѣе хлористаго радія въ 100 разъ, но его получается очень немного: изъ 1 тонны руды удается выдѣлить [1]) около 1 gr. Радій дѣйствуетъ на стеклянную трубку, въ которой онъ находится: стекло дѣлается красноватымъ, а затѣмъ фіолетовымъ.

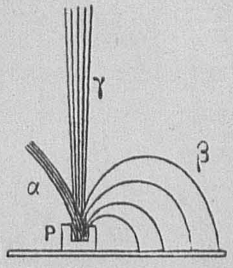


Рис. 330. Отклоненіе α, β и γ-лучей радія.

Лучи радія можно раздѣлить на 3 группы: 1) α-лучи, 2) β-лучи и 3) γ-лучи. Какъ α, такъ и β-лучи отклоняются въ магнитомъ полѣ, при чемъ отклоненіе α-лучей происходитъ въ ту сторону, куда отклонился бы проводникъ, по которому токъ идетъ въ томъ же направленіи, какъ и лучи, выходящіе изъ препарата радія; отклоненіе же β-лучей происходитъ въ противоположную сторону: β-лучи отклоняются подъ вліяніемъ магнита въ ту сторону, куда отклонились бы катодные лучи, γ-лучи, вовсе не отклоняются.

На рис. 331 помѣщенъ снимокъ, сдѣланный лучами радія. Расположеніе опыта такое же, какъ и при Рентгеновскихъ лучахъ. Лучи радія дѣйствовали 35 минутъ.

Опыты Кюри показали, что лучи радія, падая на металлическую пластинку, сообщаютъ ей отрицательный зарядъ, между тѣмъ какъ самъ радій оказывается заряженнымъ положительно. Такъ какъ въ этихъ опытахъ пластинка была отдѣлена отъ радія слоемъ алюминія въ 0,01 mm. толщины и эбонита въ 0,3 mm., то, очевидно, чрезъ алюминій и эбонитъ могли пройти только β и γ-лучи радія, которые и сообщали металлической пластинкѣ отрицательный зарядъ, между тѣмъ α-лучи не могли пройти чрезъ слой такой толщины, и радій былъ заряженъ положительно.

Лучи радія способны оказывать химическія дѣйствія. Какъ было уже упомянуто, стекло подъ вліяніемъ лучей радія окрашивается сперва въ красноватый цвѣтъ, а затѣмъ въ фіолетовый. Подъ продолжительнымъ вліяніемъ лучей радія желтая платиносинеродистая соль дѣлается коричневою, бѣлый фосфоръ переходитъ въ красный. Дѣйствіе лучей радія на кожу было замѣчено Беккерелемъ, у котораго на кожѣ, случайно подвергнутой въ теченіе 6 часовъ дѣйствію радія, чрезъ нѣсколько времени появилась краснота, а затѣмъ образовалась рана. Бромистый радій дѣйствуетъ еще сильнѣе: одинъ изъ петербургскихъ врачей въ продолженіе 2 часовъ продержалъ на рукѣ 30 мгр. бромистаго радія; чрезъ нѣсколько дней образовалась рана, которая потребовала около 5 мѣсяцевъ времени для своего излеченія. Животныя, подъ кожу которыхъ вводились трубочки съ хлористымъ радіемъ, поражались параличомъ.

---

[1]) Радій обыкновенно помѣщаютъ въ стеклянный трубочкѣ или особомъ ящичкѣ (капсулькѣ); снимокъ ихъ помѣщенъ на рис. 328.

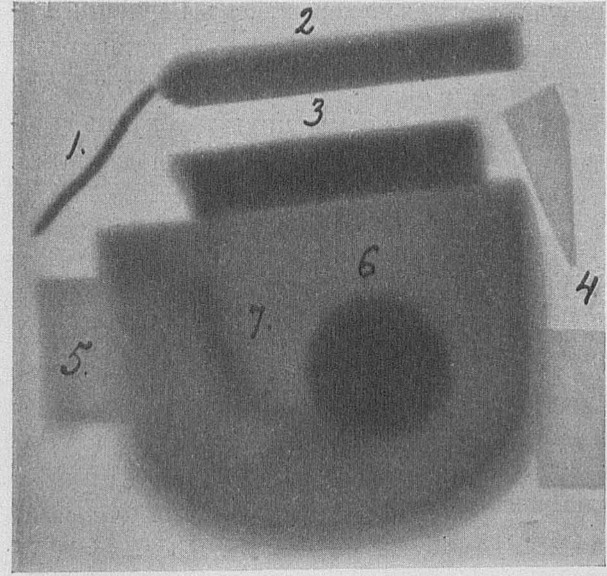


Рис. 331. Снимокъ, сдѣланный лучами радія: 1) свинцовая проволока, 2) деревянная палочка, 3) стеклянная трубка, 4 кусочки алюминія, 5) пробка, 6) и 7) золотая монета (5 руб.) и ключъ въ кожаномъ кошелькѣ.

Лучи радія, подобно лучамъ Рёнтгена, дѣлаютъ воздухъ проводникомъ электричества.

Препараты радія свѣтятся въ темнотѣ очень слабо. Изслѣдуя спектръ этого свѣченія, Гюгенсъ нашелъ, что всѣ его линіи подходятъ къ линіямъ спектра азота, но чуть-чуть смѣщены въ сторону. Если заставить лучи радія падать на нѣкоторыя соли, то почти всѣ соли, свѣтящіяся отъ дѣйствія Рентгеновскихъ лучей, свѣтятся и отъ препаратовъ радія. Однако различные лучи радія различно дѣйствуютъ на соли. Такъ α-лучи вызываютъ сильное свѣченіе обманки Сидо (сѣрнистый цинкъ), β-лучи на эту обманку дѣйствуютъ слабо. Платиносинеродистый барій свѣтится преимущественно отъ β-лучей. Если къ обманкѣ Сидо приблизить кусочекъ радія на разстояніи около 2 миллиметровъ и наблюдать чрезъ лупу поверхность экрана, то она представляется усѣянною вспыхивающими точками, мѣста коихъ непрерывно мѣняются, какъ будто зерна обманки подвергаются бомбардировкѣ частицъ. Для демонстрированія этого явленія Круксъ построилъ приборъ, названный имъ спинтарископомъ (отъ греч. σπινθαρίς—искорка), состоящій изъ мѣдной трубки, на одномъ концѣ которой находится экранъ изъ обманки Сидо, на другомъ—лупа; предъ экраномъ помѣщается проволочка съ закрѣпленнымъ на ней ничтожнымъ кусочкомъ бромистаго радія, удаленная отъ экрана на разстояніе 1 мм. Если разсматривать экранъ чрезъ лупу, то вся его поверхность представляется усѣянною множествомъ свѣтящихся точекъ, постоянно мѣняющихъ мѣсто; зрѣлище чрезвычайно красивое. Можно построить приборчикъ въ этомъ родѣ, только съ нѣкоторыми измѣненіями. Нѣсколько ничтожныхъ крупинокъ бромистаго радія смѣшиваются съ обманкою Сидо, и этою смѣсью посыпается бумага, покрытая предварительно гуммиарабикомъ. При разсматриваніи въ темнотѣ чрезъ лупу, такой препаратъ представляетъ совершенное подобіе звѣзднаго неба: однѣ звѣзды сіяютъ спокойно (частички радія), другія же постоянно мерцаютъ; смотря въ приборъ Крукса, мы видимъ только мерцающія точки, а «постоянно сіяющихъ звѣздъ» въ немъ нѣтъ. Явленіе, наблюдаемое въ спинтарископѣ, объясняется ударами частицъ α-лучей радія о частицы обманки: гдѣ α-частица ударитъ въ обманку, тамъ частица обманки и вспыхиваетъ. Если кусочекъ радія отодвигать отъ экрана, то число вспышекъ становится все меньше и меньше; когда радій находится въ разстояніи 5 cm. отъ экрана, можно замѣтить лишь одну или двѣ вспышки въ секунду.

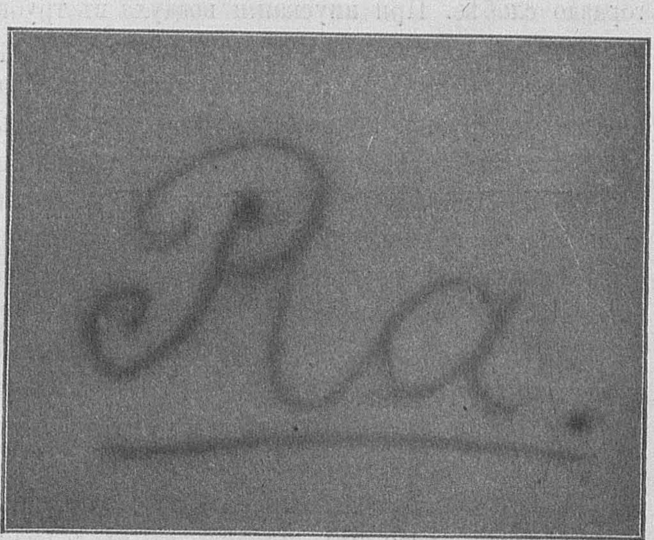


Рис. 332. Надпись, сдѣланная на фотографической пластинкѣ стеклянной трубочкой съ радіемъ.

Препараты торія и радія (послѣдняго при нагрѣваніи или въ растворѣ) испускаютъ не только лучи, но еще «нѣчто матеріальное»—подобное газу. Это «матеріальное нѣчто», способное распространяться въ воздухѣ подобно газу, называется *эманаціею*. Попадая на различныя тѣла, эманація осѣдаетъ на нихъ и дѣлаетъ ихъ активными. Активность обыкновенныхъ тѣлъ, возбужденная эманаціею, сперва уменьшается, а затѣмъ и совершенно исчезаетъ. Эманація вызываетъ свѣченіе обманки

Сидо и, благодаря этому, ее можно наглядно демонстрировать. Если взять стеклянную трубку, покрытую внутри обманкою Сидо, и соединить ее съ сосудомъ, въ которомъ находится растворъ бромистаго радія (5 мгр. радія растворены въ 10 куб. см. воды), то чрезъ нѣсколько времени можно замѣтить распространеніе эманаціи. Частицы эманаціи посрединѣ трубки движутся нѣсколько скорѣе, чѣмъ по краямъ; поэтому начало распространяющейся эманаціи представляетъ собою конусъ. Если разобщить трубку съ сосудомъ, въ которомъ находится растворъ бромистаго радія, и выкачать изъ нея воздухъ, и затѣмъ сосудъ соединить съ трубкою, то свѣченіе распространяется по всей трубкѣ моментально, при чемъ на болѣе удаленномъ концѣ длинной трубки (2 аршина длины) свѣченіе гораздо слабѣе. При впусканіи воздуха въ трубку эманація увлекается входящимъ воздухомъ и какъ бы смывается—трубка отчасти гаснетъ.

Эманацію, подобно газу, можно сгущать. Погружая въ жидкій воздухъ часть трубки, по которой распространялась эманація, Рузерфордъ замѣтилъ, что эманація при этомъ не выходила изъ трубки. Если трубку вынуть изъ жидкаго воздуха, то мало-по-малу эманація появляется, при чемъ она начинаетъ распространяться съ того мѣста трубки, которое было погружено въ жидкій воздухъ, что можно замѣтить по сильному свѣченію, сосредоточенному въ этомъ мѣстѣ.

Изслѣдуя эманацію Рузерфордъ нашелъ, что она по истеченіи 5 дней *превращается въ гелій*.

Какъ было упомянуто, эманація можетъ сообщать тѣламъ активность. Эту активность тѣла въ особенности сильно пріобрѣтаютъ отъ эманаціи, если они заряжены отрицательно. Возбудить активность въ тѣлахъ можно также, если ихъ оставить въ продолженіе нѣсколькихъ часовъ заряженными отрицательно. Возбужденная такимъ образомъ активность отличается отъ активности, полученной отъ эманаціи: такая активность даетъ гораздо больше лучей, обладающихъ способностью проходить чрезъ тѣла. Для объясненія этого явленія необходимо принять существованіе нѣкотораго активнаго начала въ воздухѣ. Уже нѣсколько лѣтъ тому назадъ изслѣдованія Эльстера и Гейтеля показали, что разрядъ наэлектризованнаго тѣла въ воздухѣ происходитъ не отъ плохой изоляціи, а отъ непосредственной потери электричества въ воздухъ, при чемъ наблюдается зависимость этой потери элекричества (разсѣянія электричества) отъ метеорологическихъ условій: наибольшее разсѣяніе наблюдается въ чистомъ воздухѣ, т. е. свободномъ отъ твердыхъ частицъ (отъ пыли) и отъ влаги, и при ясномъ небѣ. Было также найдено, что разсѣяніе электричества гораздо больше на открытомъ мѣстѣ, чѣмъ въ закрытомъ помѣщеніи. Исключеніемъ изъ этого является воздухъ погребовъ и подваловъ, разсѣяніе въ которомъ еще больше. Этотъ фактъ былъ тщательно изслѣдованъ Эльстеромъ и Гейтелемъ; оказалось, что сильная іонизація воздуха погребовъ и подваловъ зависитъ отъ того, что воздухъ, содержащійся въ почвѣ, очень сильно іонизированъ. Если въ углубленіе, сдѣланное въ почвѣ, помѣстить футляръ и въ него трубку, покрытую обманкою Сидо, то послѣ продолжительнаго пребыванія въ почвѣ трубка сильно свѣтится, при чемъ можно замѣтить на обманкѣ тѣ же явленія, которыя наблюдаются въ спинтарископѣ: при разсматриваніи обманки чрезъ лупу вся поверхность представляется усѣянною вспыхивающими частицами. Породы почвы имѣютъ вліяніе на іонизацію воздуха: наиболѣе радіоактивною оказалась глина.

Обратимся теперь къ лучамъ, испускаемымъ радіемъ. Препаратъ радія, какъ было указано, испускаетъ 3 рода лучей α, β и γ. Лучи α по своей способности слабо отклоняться въ магнитномъ полѣ весьма сходны съ закатодными лучами. Наблюденія Рузерфорда надъ отклоненіемъ лучей α въ магнитномъ полѣ показали, что для нихъ отношеніе $\frac{e}{m}$ и скорость движенія v имѣютъ тѣ же самыя величины, какъ и для закатодныхъ лучей. Кромѣ того, α-лучи несутъ съ собою значительный зарядъ. Наблюденія надъ β-лучами дали тѣ же величины отношенія $\frac{e}{m}$ и скорости движенія v для нихъ, какъ и для катодныхъ лучей; кромѣ того, частицы β-лучей оказались заряженными отрицательно. Третій родъ лучей, γ-лучи, по своей способности проходитъ чрезъ тѣла и не отклоняться отъ дѣйствія магнита, весьма похожъ на Рентгеновы лучи. Такимъ образомъ, препаратъ радія можно уподобить круксовой трубкѣ, съ тою только разницею, что для полученія лучей въ круксовой трубкѣ необходимо чрезъ нее пропускать разрядъ отъ катушки Румкорфа, препаратъ же радія постоянно испускаетъ всѣ три рода лучей безъ сообщенія какой-либо энергіи извнѣ. Откуда же берется эта энергія? Наиболѣе вѣроятной и объясняющей явленія радіоактивности является гипотеза, данная Рузерфордомъ и Содди. Эта гипотеза разсматриваетъ радіоактивныя вещества какъ вещества, все время измѣняю-

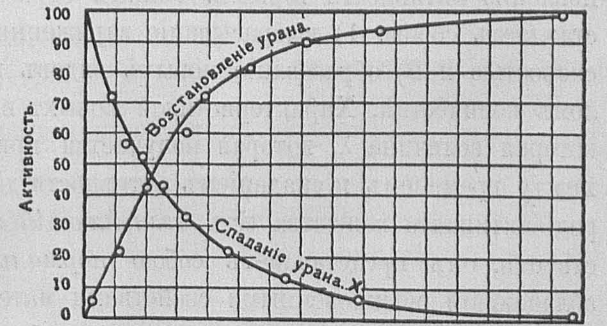


Рис. 333.

щіяся, т. е. такія, въ которыхъ структура атома не остается неизмѣнной, а самъ атомъ претерпѣваетъ постоянныя превращенія. Рузерфордъ и Содди показали, что уранъ X съ теченіемъ времени постепенно теряетъ свою активность и дѣлается совсѣмъ неактивнымъ, а уранъ, освобожденный отъ урана X и испускающій только α-лучи, постепенно пріобрѣтаетъ способность испускать β-лучи. Наглядно это представлено на рисункѣ 333. Активность урана X была обозначена 100, активность урана сперва была 0. Чрезъ каждыя 10 дней наблюдалась активность; чрезъ 10 дней активность урана X упала почти до 70, урана же возрасла до 22; чрезъ 20 дней, какъ видно на рисункѣ, активность урана X около 52, урана около 43 и т. д. Соединяя полученныя точки непрерывной линіей, мы получимъ двѣ кривыя, характеризующія спаданіе активности урана X и возрастаніе активности урана.

Изслѣдованія Рузерфорда и Содди надъ активностью торія позволили имъ подтвердить и на немъ свои наблюденія. Имъ удалось препараты торія освободить также отъ части активности и раздѣлить препаратъ на два: одинъ (торій X) совершенно терялъ свою активность, другой же (торій) возстанавливалъ, и послѣ возстановленія активности изъ второго препарата (торія) можно было выдѣлить опять первый препаратъ торій X, подобный первому. Единственнымъ объясненіемъ этого факта является предположеніе, что торій X *постоянно производится* торіемъ. Спаданіе активности торія X оказалось аналогичнымъ возстановленію активности торіемъ. Такимъ образомъ радіоактивность представляетъ собою: 1) выбрасываніе заряженныхъ частицъ съ громадною скоростью и 2) образованіе новыхъ видовъ матеріи въ чрезвычайно маломъ количествѣ. Характеристикой новыхъ видовъ матеріи является нѣкоторая величина λ, которая получается при разсмотрѣніи зависимости между временемъ и спаданіемъ активности даннаго вида матеріи. Атомъ радіоактивнаго вещества есть *измѣняющійся атомъ*. Пока онъ существуетъ, онъ представляетъ собою *нормальный* атомъ, т. е. атомъ, обладающій обыкновенными свойствами матеріи. Въ моментъ его внезапнаго измѣненія онъ представляетъ свойство радіоактивности. Во всякій моментъ измѣняется только *опредѣленная часть* активной матеріи, остальная же часть матеріи не вліяетъ на активность и является какъ бы прибавкой къ малому количеству распадающихся атомовъ, отъ которыхъ и зависитъ активность. *Величина, показывающая, какая часть всѣхъ еще неизмѣнившихся атомовъ даннаго радіоактивнаго вещества, измѣняется въ 1 секунду называется радіоактивною постоянною и обозначается знакомъ* λ. Такъ, для торія X: $\lambda = 2 \times 10^{-6} = \frac{1}{500\,000}$, слѣдовательно, въ каждую секунду подвергается измѣненію $\frac{1}{500000}$ часть торія X; для урана: $\lambda=3{,}6\times10^{-7}=\frac{1}{3000000}$, т. е. каждую секунду одна трехмилліонная часть урана X подвергается измѣненію. Такъ какъ радіоактивная постоянная λ, опредѣляемая изъ опыта, постоянно получается одной и той же для даннаго активнаго вещества, то она и является его характеристикой. Если λ означаетъ, какая часть изъ всѣхъ неизмѣнившихся атомовъ радіоактивнаго вещества подвергается измѣненію въ 1 секунду, то величина, обратная $\frac{1}{\lambda}$ ей, показываетъ *среднюю продолжительность жизни* атома активнаго вещества. Дѣйствительная продолжительность жизни атомовъ одного и того же активнаго вещества различна: нѣсколько атомовъ разрушаются въ первую секунду своего существованія, но за то нѣсколько атомовъ будутъ существовать безконечно долго. Изъ вышеприведенныхъ величинъ λ мы получаемъ, что средняя продолжительность жизни $\frac{1}{\lambda}$ для торія X: 50000 сек.=5 дн. 19 час., для урана X: $\frac{1}{\lambda}=3000000$ сек. = 32 дня. Выпишемъ теперь переходы одной матеріи въ другую и будемъ вмѣстѣ съ тѣмъ писать и величину $\frac{1}{\lambda}$, т. е. среднюю продолжительность жизни атома данной матеріи. Ограничимся ураномъ и радіемъ. Желающихъ же подробнѣе ознакомиться съ радіоактивными явленіями и теоріею распада отсылаемъ къ книгѣ Содди: «Радіоактивность»; элементарное изложеніе съ точки зрѣнія теоріи распада атомовъ. Спб. 1905. Тип. Стасюлевича.

Распадъ урана представится такимъ образомъ:

Уранъ $\left(\frac{1}{\lambda}=\text{около } 10^9 \text{ лѣтъ}\right)$ выбрасываетъ α-частицы

и производитъ ↓

Уранъ X $\left(\frac{1}{\lambda}=32 \text{ дня}\right)$ выбрасываетъ β-частицы

и производитъ ↓

? (неизвѣстно)

Распадъ радія (α, β, γ поставленныя около соотвѣтствующей матеріи, показываютъ по прежнему, выбрасываніемъ какихъ лучей сопровождается переходъ данной матеріи въ новую):

Радій $\left(\frac{1}{\lambda}\text{ около 1150 лѣтъ}\right)$ — α частицы

↓

Эманація радія $\left(\frac{1}{\lambda}=5\tfrac{1}{3}\text{ дней}\right)$ — α частицы

↓

Радій A $\left(\frac{1}{\lambda}=4\text{ мин.}\right)$ — α частицы

↓

Радій B $\left(\frac{1}{\lambda}=30\text{ мин.}\right)$

↓

Радій C $\left(\frac{1}{\lambda}=41\text{ мин.}\right)$ α, β, γ

↓

Радій D $\left(\frac{1}{\lambda}=56{,}4\text{ лѣтъ}\right)$

↓

Радій E $\left(\frac{1}{\lambda}=8{,}45\text{ дней}\right)$ β и γ

↓

Радій F (полоній?) $\left(\frac{1}{\lambda}=202\text{ дня}\right)$ α-частицы

↓

? (неизвѣстно).

Конечнымъ распадомъ радія является гелій. Слѣдовательно, атомы болѣе тяжелыхъ элементовъ, распадаясь, могутъ переходить въ атомы болѣе легкихъ. Невольно возникаетъ вопросъ, не является ли радій продуктомъ распада наиболѣе тяжелаго элемента, гораздо медленнѣе измѣняющагося, каковымъ можетъ быть уранъ. Такіе опыты были произведены Содди и Стреттомъ и показали, что надъ растворомъ урановой смоляной руды или солей урана, тщательно освобожденнымъ отъ радія, съ теченіемъ времени обнаруживается присутствіе эманаціи радія. Слѣдовательно, надо предположить, что между ураномъ X и радіемъ есть переходныя формы матеріи, пока еще не найденныя.

Разсматривая таблицу распада радія, мы видимъ, что радій *F* и считавшійся за особое радіоактивное вещество полоній представляютъ, вѣроятно, одно и то же вещество. Атомный вѣсъ радія 226, а полонія 212; полоній или радій *F* образуется изъ радія потерей 4 α-частицъ (см. таблицу) и атомный вѣсъ падаетъ на $226 - 212 = 14$. Атомный вѣсъ урана 238, а радія 226, по аналогіи, слѣдовательно, изъ урана радій можетъ получиться по крайней мѣрѣ чрезъ 3 переходныхъ формы, сопровождаемыя потерею α-частицъ, но сверхъ этихъ переходныхъ формъ могутъ быть еще и такія, которыя сопровождаются, какъ уранъ X, потерею только β-частицъ. Уранъ, такимъ образомъ, можетъ быть родоначальникомъ радія. Косвеннымъ доказательствомъ справедливости этого положенія является присутствіе радія въ минералахъ, содержащихъ уранъ.

Таблица оканчивается на радіи *F*. Какой слѣдующій продуктъ распада? Такъ какъ радій *F* выбрасываетъ α-частицы, то атомный вѣсъ понизится на 4 и будетъ $212 - 4 = 208$. Ближе всего къ этому подъходятъ по атомному вѣсу висмутъ (208,5) и свинецъ (206,5). Въ рудахъ, содержащихъ уранъ и радій, содержится также свинецъ.

Послѣднія работы Рузефорда направлены къ тому, чтобы доказать, что α-частица есть ничто иное, какъ атомъ гелія. Цѣлымъ рядомъ весьма остроумныхъ опытовъ Рузефордъ смогъ опредѣлить зарядъ α-частицы, сосчитать число α-частицъ, выбрасываемыхъ въ 1 секунду 1 граммомъ радія, опредѣлить объемъ эманаціи, выдѣляющейся изъ 1 гр. радія, и показать, что частица эманаціи есть атомъ гелія. Оказалось, что α-частица обладаетъ зарядомъ вдвое большимъ, чѣмъ зарядъ атома водорода при электролизѣ. Другія данныя интересно сравнить съ данными для водорода.

Число атомовъ въ 1 гр. водорода	$6{,}2 \times 10^{23}$.
Масса атома водорода	$1{,}61 \times 10^{-24}$ гр.
Число молекулъ въ 1 куб. см. газа при нормальныхъ условіяхъ (760 мм. и 0°)	$2{,}72 \times 10^{19}$.
Число α-частицъ, выбрасываемыхъ въ 1 сек. 1 гр. радія,	$3{,}4 \times 10^{10}$.
Объемъ эманаціи изъ 1 гр. радія, выдѣляющейся въ продолженіе 1 года	0,585 куб. мм.
Въ 1 годъ изъ 1 гр. радія образуется гелія	158 куб. мм.
Теплота, выдѣляемая въ 1 часъ 1 гр. радія	113 мал. калорій.
Продолжительность жизни радія	1760 лѣтъ.

Для доказательства, что α-частица, потерявъ свой зарядъ, превращается въ атомъ гелія, Рузефордъ переводилъ эманацію въ очень тонкую стеклянную трубку (толщина стѣнокъ меньше 0,01 мм.). Эта трубка была окружена другою трубкою, въ которой была произведена пустота. Эманація распадалась, выбрасываемыя ею α-частицы чрезъ тонкія стѣнки проходили во внѣшнюю стеклянную трубку; пропуская разрядъ отъ катушки Румкорфа чрезъ внѣшнюю стеклянную трубку и наблюдая спектръ, можно было бы обнаружить присутствіе гелія. Послѣ установки опыта чрезъ сутки въ спектрѣ не было обнаружено гелія, чрезъ 2 дня появилась характерная желтая спектральная линія гелія и чрезъ 6 дней всѣ линіи гелія были найдены. Такимъ образомъ несомнѣнно доказано, что α-частица есть атомъ гелія.

Содди въ недавней своей работѣ опытомъ опредѣлялъ скорость образованія гелія изъ урана и вывелъ, что въ теченіе года часть урана превращается въ гелій, и надо взять 500 000 кгр. (около 30 000 пудовъ) урана, чтобы въ годъ образовалось изъ него 1 мгр. гелія.

Всѣ эти изслѣдованія показываютъ, что теорія распада атомовъ хорошо объясняетъ радіоактивныя явленія. Мы должны отказаться отъ постоянства и неизмѣнности атомовъ и разсматривать атомъ, какъ нѣчто сложное, состоящее изъ болѣе мелкихъ частей какого-то первичнаго вещества, и принять, что всѣ вещества составлены изъ единой матеріи. Кромѣ того, эти части атомовъ являются носителями электричества—получается такимъ образомъ связь электричества съ матеріей. Всѣ взгляды, существовавшіе до сихъ поръ на сущность электрическихъ явленій, должны измѣниться, и какъ они измѣнятся, покажетъ, можетъ быть, недалекое будущее.

Убѣжденнымъ сторонникомъ корпускульно-электронной гипотезы строенія вещества является извѣстный шведскій ученый Арреніусъ, который приложилъ эту гипотезу къ объясненію многихъ общеизвѣстныхъ, но тѣмъ не менѣе загадочныхъ явленій. Объясненія эти остроумны и заманчивы своей простотой и кажущейся вѣроятностью. Какъ на образецъ такихъ приложеній новыхъ взглядовъ на матерію укажемъ на объясненіе, которое дается нынѣ настолько же великолѣпному, насколько и таинственному явленію такъ называемыхъ *полярныхъ сіяній*, или «сполоховъ».

Связь этихъ явленій съ дѣятельностью Солнца можно считать несомнѣнно установленной. Точно также несомнѣнно электрическое происхожденіе сѣверныхъ сіяній. Дж. Дж. Томпсонъ доказываетъ, что всѣ предметы, раскаленные до-бѣла, испускаютъ потоки корпускулъ (или электроновъ). Солнце представляетъ собой именно такое тѣло. Его

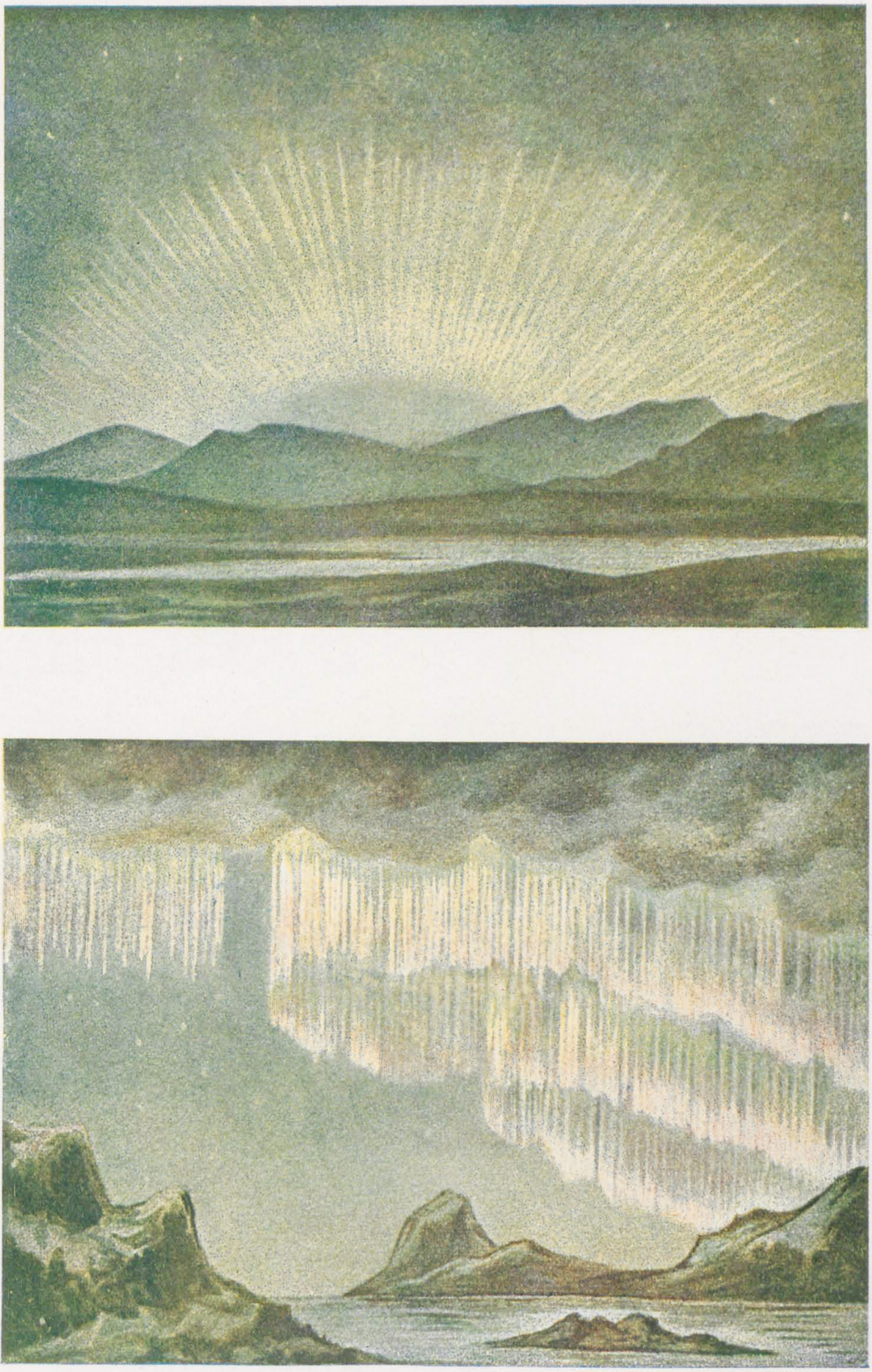


Рис. 325. Полярныя сіянія.

можно сравнить съ гигантскимъ катодомъ, заряженнымъ отрицательнымъ электричествомъ и разсылающимъ по всѣмъ направленіямъ пространства миріады этихъ мельчайшихъ тѣлецъ. Нѣкоторыя изъ корпускулъ Солнца достигаютъ верхнихъ слоевъ земной атмосферы и попадаютъ здѣсь подъ вліяніе земного магнетизма. Повинуяся ему, корпускулы начинаютъ описывать спиральную линію, двигаясь вдоль такъ называемой магнитной силовой линіи Земли. Достигая сѣвернаго или южнаго полюса, онѣ уклоняются подъ вліяніемъ того же земного магнетизма въ нижніе слои атмосферы, гдѣ производятъ эффекты полярныхъ сіяній, понятіе о которыхъ даютъ прилагаемые здѣсь рисунки.

Подобнымъ же образомъ объясняется свѣтъ кометъ. Арреніусъ идетъ еще дальше и высчитываетъ то колоссальное давленіе, которое оказываютъ катодные лучи въ пространствѣ, окружающемъ Солнце. Этимъ давленіемъ объясняется тотъ фактъ, что кометы во время движеніе вокругъ Солнца поворачиваютъ свой хвостъ въ противоположную отъ Солнца сторону, вмѣсто того, чтобы, повинуясь притяженію Солнца, поворачиваютъ хвостъ къ нему. Впрочемъ, о явленіяхъ, наблюдаемыхъ въ кометахъ и о роли въ нихъ *лучевого давленія* намъ уже приходилось говорить въ соотвѣтствующей главѣ. Настоящія же страницы, быть можетъ, помогутъ читателю еще болѣе уяснить этотъ интересный предметъ.

Рис. 335. С. Арреніусъ.

Таковы тѣ взгляды на матерію, которые въ послѣдніе годы все болѣе и болѣе завоевываютъ вниманіе науки. Атомистической гипотезѣ Дальтона и его послѣдователей,—гипотезѣ, сыгравшей огромную роль въ исторіи науки XIX-го столѣтія, приходится въ настоящее время выдерживать серезное испытаніе. Рухнетъ ли совсѣмъ эта во всякомъ случаѣ хорошая «рабочая гипотеза», перестроится ли на новыхъ основаніяхъ, раздробивъ свои кажущіеся инымъ слишкомъ громоздкими атомы на корпускулы, или электроны, выйдетъ ли побѣдительницей изъ всѣхъ испытаній,—это покажетъ недалекое будущее. Это же ближайшее будущее обѣщаетъ вообще очень много интереснаго. Методы и способы наблюденій настолько усовершенствовались, а научная мысль уже настолько изощрена, что, не рискуя быть ложнымъ пророкомъ, можно сказать: человѣкъ стоитъ у преддверія новой эпохи, — такой эпохи, когда на всѣ явленія окружающаго его безконечнаго многообразія онъ сможетъ посмотрѣть болѣе широкимъ и просвѣтленнымъ взглядомъ. Великіе геніи и труженики науки уже подвели насъ къ чертѣ, перешагнувъ которую, мы еще болѣе познаемъ природу и, слѣдвательно приблизимся къ истинѣ. Но чтобы перешагнуть эту черту, надо высоко держать знамя, поднятое свѣточами человѣческаго знанія, надо неуклонно подражать имъ: постоянно мыслить и работать.

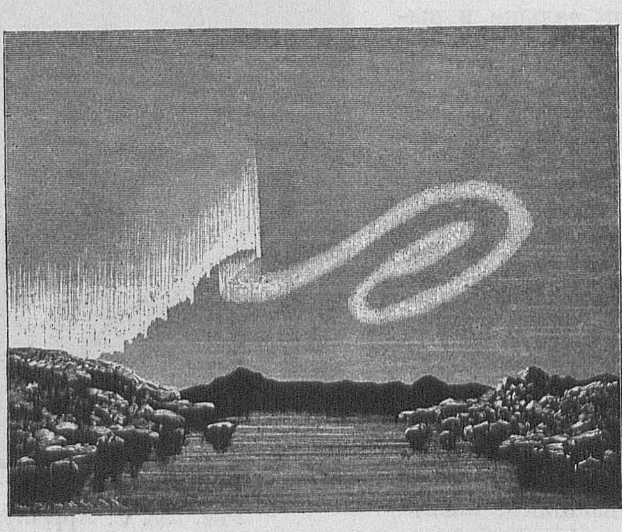


Рис. 336. Сѣверное сіяніе, принявшее форму змѣи.

ПРОДАЮТСЯ ТОГО-ЖЕ АВТОРА:

Въ Царствѣ Смекалки, или Ариѳметика для всѣхъ. Книга 1-я. Изд. 3-е А. С. Суворина. Ц. 1 р. 50 к.

Въ Царствѣ Смекалки, или Ариѳметика для всѣхъ. Книга 2-я. Ц. 1 р. 75 к. Изд. А. С. Суворина.

Въ Царствѣ Смекалки. Книга 3-я. Цѣна 1 р. 75 к. Изд. А. С. Суворина.

Ариѳметика для родителей, или задачникъ для дѣтей дошкольнаго возраста. Изд. Н. П. Карбасникова. Ц. 40 к.

Въ волнахъ безконечности. Астрономическіе очерки съ рисунками въ текстѣ. Книгоизд. «Всходы». Ц. 60 к.

Безъ руля и безъ вѣтрилъ. Повѣсти и разсказы. Книгоизд. «Міръ». Ц. 1 р.

Цѣна 5 руб.

75

2010515093